



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

MODALIDAD: ESTUDIO COMPARATIVO

Título:

**ANÁLISIS DEL RIESGO DE INTRODUCCIÓN DEL VIROIDE
ASBVd (Avocado Sunblotch Viroid) CAUSANTE DE LA MANCHA
SOLAR DEL AGUACATE (*Persea americana*) PLAGA
CUARENTENARIA PARA ECUADOR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Sanidad Vegetal.

Autor:

Paredes Valdivieso Marco Rolando

Tutor:

Chasi Vizuete Wilman Paolo, Mg.

LATACUNGA –ECUADOR

2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación **ANÁLISIS DEL RIESGO DE INTRODUCCIÓN DEL VIROIDE ASBVd (Avocado Sunblotch Viroid) CAUSANTE DE LA MANCHA SOLAR DEL AGUACATE (*Persea americana*) PLAGA CUARENTENARIA PARA ECUADOR** presentado por PAREDES VALDIVIESO MARCO ROLANDO, para optar por el título de Magíster en Sanidad Vegetal

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, Abril, 12, 2021.

.....
Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Mg.
CC: 0502409725

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación **ANÁLISIS DEL RIESGO DE INTRODUCCIÓN DEL VIROIDE ASBVd (Avocado Sunblotch Viroid) CAUSANTE DE LA MANCHA SOLAR DEL AGUACATE (*Persea americana*) PLAGA CUARENTENARIA PARA ECUADOR**, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Sanidad Vegetal; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, Abril, 12, 2021.



.....
Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.
C.C. 0502661754
Presidente del tribunal



.....
Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.
C.C. 1801902907
Lector 2



.....
Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.
C.C. 0502672934
Lector 3

DEDICATORIA

A mí amada familia:

Irene

José Antonio

Juan Francisco

A mis padres:

Jaime

Rosa

AGRADECIMIENTO


A DIOS, nuestro creador
A la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario
A la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)
Al Director de Tesis
A los miembros del Tribunal
A los amigos
A los compañeros de la maestría en Sanidad Vegetal.

Marco Rolando Paredes Valdivieso

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, Abril, 12, 2021.



.....
Ing. Marco Rolando Paredes Valdivieso
C.C. 1712770674

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.



Latacunga, Abril, 12, 2021.

.....
Marco Rolando Paredes Valdivieso
C.C. 1712770674

AVAL DEL VEEDOR

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: **ANÁLISIS DEL RIESGO DE INTRODUCCIÓN DEL VIROIDE ASBVd (Avocado Sunblotch Viroid) CAUSANTE DE LA MANCHA SOLAR DEL AGUACATE (*Persea americana*) PLAGA CUARENTENARIA PARA ECUADOR** contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, Abril, 12, 2021.



.....
Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.
C.C. 0502661754

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

Título: ANÁLISIS DEL RIESGO DE INTRODUCCIÓN DEL VIROIDE ASBVd (Avocado Sunblotch Viroid) CAUSANTE DE LA MANCHA SOLAR DEL AGUACATE (*Persea americana*) PLAGA CUARENTENARIA PARA ECUADOR

Autor: Paredes Valdivieso Marco Rolando

Tutor: Chasi Vizuete Wilman Paolo, Mg.

RESUMEN

El aguacate (*Persea americana*), es una fruta que en los últimos años ha captado la atención de mercados internacionales por sus propiedades nutritivas y cosméticas. Ecuador, como país productor, requiere renovar sus plantaciones comerciales con variedades que tengan demanda en dichos mercados. Países como México y Perú, pueden proveer del material vegetativo para tal fin, pero, presentan en sus territorios una plaga que para nuestro país es cuarentenaria. Se refiere al viroide Avocado Sunblotch Viroid (ASBVd) que causa la enfermedad Mancha Solar del Aguacate, que provoca daños en frutos, ramas, corteza y puede ser transmitido por material vegetativo, semilla, polen y herramientas de trabajo. La ONPF (Organización Nacional de Protección Fitosanitaria) de Ecuador, La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, emitió bajo resolución 002 en el 2020, una Guía para la realización de Análisis de Riesgo de Plagas por Plaga, que es la base para el presente trabajo investigativo. La aplicación de la Guía, permitió identificar las medidas fitosanitarias necesarias para mitigar el riesgo de ingreso de ASBVd a territorio ecuatoriano. Dichas medidas fitosanitarias son las siguientes: Procedencia de material propagativo de un área libre de ASBVd cumpliendo con lo establecido en la NIMF 4; verificación en origen del material a importarse por parte de la ONPF; diagnóstico oficial de laboratorio de la ausencia de sintomatología del viroide en material a importar; Certificado Fitosanitario de Exportación (CFE) con una declaración que indique que el material proviene de un área libre de ASBVd; material estará sujeto a cuarentena posentrada.

PALABRAS CLAVE: Aguacate, Mancha solar del aguacate, ASBVd, ONPF, Análisis de Riesgo de Plagas, CFE.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

THEME: INTRODUCTION RISK ANALYSIS OF THE ASBVd VIROIDE
(*Avocado Sunblotch Viroid*) CAUSATIVE FACTOR OF THE AVOCADO
SUNBLOTCH (*Persea americana*) QUARANTINE PEST FOR ECUADOR.

Author: Paredes Valdivieso Marco Rolando

Tutor: Chasi Vizuete Wilman Paolo Mg.

ABSTRACT

The avocado (*Persea americana*) is a fruit that in recent years has attracted the attention of international markets for its nutritional and cosmetic properties. Ecuador, as a producer country, needs to renew its commercial plantations with varieties that are in demand in these markets. Countries such as Mexico and Peru can provide the vegetative material for this purpose, but they have in their territories a pest that in our country it is a quarantine one. This pest is called the Avocado Sunblotch Viroid (ASBVd) that causes Avocado Sunblotch disease, which causes damage to fruit, branches, bark and can be transmitted by vegetative material, seed, pollen and work tools. The "Organización Nacional de Protección Fitosanitaria" (ONPF) of Ecuador, the "Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario", issued under resolution 002 in 2020, a Guide for the conduct of Pest Risk Analysis by Pest, which is the basis for this research project. The application of the guide made it possible to identify the phytosanitary measures necessary to mitigate the risk of ASBVd in Ecuadorian territory. These phytosanitary measures are as follows: Sourcing of propagative material from an area free of ASBVd in compliance with ISPM 4; verification at origin of the material to be imported by the NPPO; official laboratory diagnosis of the absence of viroid symptomatology in the material to be imported; Phytosanitary Export Certificate (PEC) with a statement indicating that the material comes from an area free of ASBVd; the material will be subject to post-entry quarantine.

KEYWORD: Avocado, Avocado sunspot, ASBVd, NPPO, Pest Risk Analysis, PEC

María Fernanda Aguaiza Iza con cédula de identidad número: 0503458499 Licenciado/a en: Ciencias de la Educación Mención Inglés con número de registro de la SENESCYT: 1020-13-1203189; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **ANÁLISIS DEL RIESGO DE INTRODUCCIÓN DEL VIROIDE ASBVd (*Avocado Sunblotch Viroid*) CAUSANTE DE LA MANCHA SOLAR DEL AGUACATE (*Persea americana*) PLAGA CUARENTENARIA PARA ECUADOR** de: Marco Rolando Paredes Valdivieso, aspirante a Magíster en Sanidad Vegetal

Latacunga, Abril, 12, 2021.

.....
Lic. María Fernanda Aguaiza
C.C. 0503458499

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.		
1.	Introducción	19
1.1	Pertinencia académico-científica y social	21
1.2	Justificación	22
1.3	Planteamiento del problema	24
1.4	Objetivos de la investigación	26
1.4.1	Objetivo General	26
1.4.2	Objetivos Específicos	26
CAPÍTULO II.		
2.	Fundamentación Teórica	27
2.1	Definiciones	27
2.1.1	Plaga	27
2.1.2	Plaga cuarentenaria	27
2.1.3	Medida fitosanitaria	27
2.1.4	Análisis de Riesgo de Plagas (ARP)	29
2.1.5	Realización de Análisis de Riesgo de plagas	29
2.2	Marco Descriptivo del Análisis de Riesgo de plagas	30
2.2.1	Estructura del ARP	30
2.2.1.1	Etapa 1 del ARP: Inicio	31
2.2.1.1.1	Identificación de una plaga	32
2.2.1.1.2	Determinación de un organismo como plaga	32
2.2.1.1.3	Definición del área de ARP	33
2.2.1.1.4	Análisis de Riesgo de plagas anteriores	33
2.2.1.1.5	Conclusión de la etapa de inicio	34
2.2.2	Etapa 2: Evaluación del riesgo de plaga	34
2.2.3	Etapa 3: Manejo del riesgo de plagas	35
2.2.4	Aspectos comunes a todas las etapas del ARP	35
2.2.4.1	Incertidumbre	35
2.2.4.2	Recolección de información	36
2.2.4.3	Documentación de cada ARP realizado	36

2.2.4.4	Comunicación del riesgo	38
2.2.4.5	Coherencia en el ARP	39
2.3	Aspectos generales del aguacate	39
2.3.1	Variedades	42
2.3.1.1	Fuerte	42
2.3.1.2	Hass	42
2.3.2	Propagación	42
2.3.3	Floración	43
2.3.3.1	Dicogamia floral	43
2.4	Viroides	45
2.5	La mancha solar del aguacate	46
2.5.1	Síntomas	47
2.5.2	Desarrollo	47
2.5.3	Control	48
	CAPÍTULO III.	
3.	Metodología	50
3.1	Tipo de Investigación	50
3.2	Método de investigación	50
3.3	Técnica de investigación documental	51
3.3.1	Metodología de Análisis de Riesgo de plagas por plaga	52
3.3.1.1	Etapa I. Inicio del proceso de ARP	52
3.3.1.1.1	Evento iniciador	52
3.3.1.1.2	Identificación del área del ARP	53
3.3.1.1.3	Análisis de requisitos fitosanitarios establecidos o ARP previos	53
3.3.1.1.4	Categorización de la plaga	53
3.3.1.1.5	Conclusión de la Etapa I	54
3.3.1.2	Etapa II. Evaluación del riesgo de plagas	54
3.3.1.2.1	Evaluación de la probabilidad de introducción y dispersión	54
3.3.1.2.1.1	Probabilidad de la entrada de una plaga	56
3.3.1.2.1.2	Conclusión de la probabilidad de entrada de una plaga	56
3.3.1.2.1.3	Probabilidad de establecimiento	57

3.3.1.2.1.4	Conclusión de la probabilidad de establecimiento	59
3.3.1.2.1.5	Probabilidad de dispersión después del establecimiento	59
3.3.1.2.1.6	Conclusión de la probabilidad de dispersión después del establecimiento	60
3.3.1.2.1.7	Conclusión sobre la probabilidad de introducción y dispersión	60
3.3.1.2.2	Evaluación de las consecuencias económicas potenciales	60
3.3.1.2.2.1	Efectos de la plaga	61
3.3.1.2.2.2	Conclusiones de la evaluación de las consecuencias económicas	62
3.3.1.2.3	Conclusión de la etapa II. Evaluación del riesgo de plagas	63
3.3.1.3	Etapa III. Manejo del riesgo	63
3.3.1.3.1	Análisis para la mitigación del riesgo	64
3.3.1.3.2	Identificación y selección de opciones apropiadas con respecto al manejo del riesgo	64
3.3.1.3.2.1	Opciones con respecto a los envíos	64
3.3.1.3.2.2	Opciones para prevenir o reducir la infestación original en el cultivo	65
3.3.1.3.2.3	Opciones para garantizar que el área, lugar o sitios de producción estén libres de la plaga	65
3.3.1.3.2.4	Opciones para otros tipos de vías	66
3.3.1.3.2.5	Opciones dentro del país importador	66
3.3.1.3.2.6	Prohibición de productos básicos	67
3.3.1.4	Certificados fitosanitarios y otras medidas de cumplimiento	67
3.3.1.5	Conclusión de la etapa III. Manejo del riesgo	67
3.3.1.6	Manejo de la incertidumbre	67
3.3.1.7	Documentación del Análisis de Riesgo de Plagas	68
	CAPÍTULO IV.	
4.	Resultados	69
4.1	Inicio del proceso de ARP	69
4.1.1	Evento iniciador	69

4.1.2	Identificación del área del ARP	70
4.1.3	Análisis de requisitos fitosanitarios establecidos o ARP previos	70
4.1.4	Categorización de la plaga	72
4.1.5	Conclusión de la Etapa I	73
4.2	Evaluación del riesgo de plagas	73
4.2.1	Probabilidad de la entrada de la plaga	73
4.2.1.1	Identificación de vías para un ARP iniciado por una plaga	73
4.2.1.2	Probabilidad de que la plaga este asociada con la vía en el lugar de origen	74
4.2.1.3	Probabilidad de supervivencia durante el transporte o almacenamiento	74
4.2.1.4	Probabilidad de que la plaga sobreviva los procedimientos de manejo de plagas	75
4.2.1.5	Probabilidad de transferencia a un hospedante apropiado	75
4.2.1.6	Conclusión de la probabilidad de entrada de una plaga	76
4.3	Probabilidad de establecimiento	77
4.3.1	Disponibilidad de hospedantes apropiados en el área de Análisis de Riesgo de Plagas	77
4.3.2	Adaptabilidad al medio ambiente	77
4.3.3	Prácticas de cultivo y medidas de control	77
4.3.4	Otras características de las plagas que influyen en la probabilidad de establecimiento.	78
4.3.5	Conclusión de la probabilidad de establecimiento	79
4.4	Probabilidad de dispersión después del establecimiento	79
4.4.1	Conclusión sobre la probabilidad de introducción y dispersión	80
4.5	Evaluación de las consecuencias económicas potenciales	81
4.5.1	Efectos de la plaga	81
4.5.1.1	Efectos directos de la plaga	81
4.5.1.2	Efectos indirectos de la plaga	82

4.5.2	Conclusiones de la evaluación de las consecuencias económicas	84
4.6	Conclusión de la etapa II. Evaluación del riesgo de plagas	84
4.7	Manejo del riesgo	84
4.8	DISCUSIÓN	86
	CAPÍTULO V.	
5.1	Conclusiones	88
5.2	Recomendaciones	89
	CAPÍTULO VI.	
	Referencias Bibliográficas	90
	CAPÍTULO VII.	
	Anexos	97

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Evaluación de la probabilidad de la entrada de una plaga	57
2	Evaluación de la probabilidad de establecimiento.	59
3	Evaluación la probabilidad de introducción y dispersión	60
4	Evaluación de las Consecuencias económicas	62
5	Evaluación del Riesgo de Plagas	63
6	Evaluación de la probabilidad de la entrada de ASBVd a Ecuador.	76
7	Evaluación de la probabilidad de establecimiento de ASBVd en Ecuador.	79
8	Probabilidad de introducción y dispersión de ASBVd a Ecuador	80
9	Evaluación de las consecuencias económicas que causaría ASBVd en Ecuador.	83
10	Evaluación del Riesgo de Plagas para ASBVd en Ecuador	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO		PÁGINA
1	Diagrama de flujo del Análisis de Riesgo de Plagas (ARP).	39
2	Ciclo floral del aguacatero.	44
3	Síntomas característicos de ASBVd en planta y fruto de aguacate (<i>Persea americana</i>).	49
4	Mapa de ubicación de los puntos de ingreso de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados autorizados de Ecuador.	70
5	Mapa mundial de Distribución del ASBVd	99

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Ficha técnica de Avocado Sunblotch Viroid	97
2	Evaluación de la probabilidad de la entrada de una plaga	103
3	Probabilidad de establecimiento	105
4	Probabilidad de dispersión después del establecimiento	106
5	Efectos de la plaga	107

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana*), es una fruta que por sus propiedades organolépticas y su contenido nutricional, las industrias alimenticia y cosmética por citar dos ejemplos, quieren darle un impulso a su uso, procesamiento e industrialización.

La fruta del aguacatero es una baya que de acuerdo a la raza o variedad difiere en tamaño y forma ya que pueden ser aperados, redondos u ovales. Junto al olivo, son los frutos que presentan los contenidos de proteína y grasa más altos. 100g de aguacate contienen 12 de las 13 vitaminas esenciales ya que la vitamina B12 solo se encuentra en el reino animal. El contenido de vitaminas liposolubles es significativa lo que le da una situación privilegiada con respecto al resto de alimentos de origen vegetal que en la mayoría de casos presentan el predominio de unas y la escasez de otras. Dichas vitaminas liposolubles no presentan colesterol y la cantidad de ácidos grasos saturados es mínima. Se constituye en una fuente de energía importante al consumirlo en estado fresco. (Téliz y Mora 2007)

Nuestro país tiene una tradición de producción de aguacate principalmente en los valles interandinos de la Región Sierra (Mira-Carchi, Chota y Salinas-Imbabura, Guayllabamba-Pichincha, Patate-Tungurahua (León F. 1999) y, en los últimos años se ha dado un impulso a su exportación tanto en estado fresco como industrializado (pulpa congelada, aceite, por citar algunos ejemplos) que han hecho que varios productores pongan su mirada hacia la mejora genética de los lotes de producción.

De datos reportados por la FAO, en el 2019 se produjeron 4 460 883TM de aguacate a nivel mundial, siendo el continente americano el que cubrió con el 76.18% de dicha producción. México aportó con el 51.58%, Perú con el 12.01%, Colombia con el 11.99% y Ecuador con el 0.59%. (FAO 2021)

De acuerdo a los datos estadísticos del Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA) (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2020) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), entre el 2016 y 2019 en nuestro país, se tuvo una superficie plantada de 6 351ha, con una superficie cosechada de 4 248ha y una producción de 81 753TM. De esta producción durante el mismo período y de acuerdo a datos proporcionados por la Coordinación General de Sanidad Vegetal de Agrocalidad, 1236.04TM (1.51%) se exportaron en fruta fresca; 208.85TM (0.25%) se exportaron como pulpa congelada y, 1.67TM (0.002%) se exportaron en forma de aceite. En el mercado nacional la demanda insatisfecha no existe ya que toda la producción se comercializa en el país mientras que a nivel internacional existe una demanda insatisfecha que puede ser una oportunidad de mercado para los productores nacionales de la fruta.(Sotomayor et al. 2016)

El tipo de material genético a importar para la renovación en unidades de producción agrícola deben pasar por un proceso regulatorio. Es algo similar a lo que sucede con las personas para las cuales existe el proceso de migración y constatar que toda su documentación se encuentra en regla para su acceso a un país, así mismo, para productos de origen vegetal existe un proceso similar en el cual interviene la Organización de Protección Fitosanitaria (ONPF) tanto del país importador como del país exportador, las cuales se rige bajo normas nacionales, regionales e internacionales.

El comercio internacional conlleva el riesgo de dispersión de plagas por lo que es imprescindible la formulación de legislación y normativa nacional preventiva así como también acuerdos internacionales que conlleven la minimización de los riesgos por la diseminación de plagas, así es como surgen el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial de Comercio (OMC) y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). (Guerrero 2017)

Las normas internacionales que rigen el comercio internacional de productos agrícolas pueden ser resultar más estrictas que las normas nacionales, ahí, el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias emitido por la Organización Mundial de Comercio, reconoce el derecho que los países miembros a no utilizar la normativa internacional pero, si las normativa de un país representa una restricción para el comercio internacional se puede solicitar la justificación con base científica correspondiente en donde la norma internacional no ofrezca el nivel de protección que el país miembro considere apropiado. (Organización Mundial de Comercio 2005)

Para establecer las medidas fitosanitarias apropiadas para plagas que son consideradas cuarentenarias, los países deben realizar una evaluación de los riesgos reales existentes y dar a conocer todo lo concerniente a las consideraciones tomadas, los procedimientos de evaluación utilizados y el nivel de riesgo que se estime como aceptable. (Organización Mundial de Comercio 2005)

Para Ecuador y otros países, una correcta identificación de las plagas consideradas cuarentenarias es fundamental para que haya una protección de doble vía, es decir, para que no ingresen plantas, productos vegetales y artículos reglamentados con plagas agrícolas y afectar la producción nativa, pero también es necesario revisar, inspeccionar y certificar los productos de exportación para evitar que lleguen con presencia de plagas a los países de destino, lo que provocaría el cierre de las exportaciones. (Guerrero 2017)

1.1 Pertinencia académico-científica y social

Dentro del análisis, conservación y aprovechamiento de la diversidad genética de nuestro país, el cultivo de aguacate es de suma importancia porque forma parte de la seguridad alimentaria de la población.

Uno de los componentes del Manejo Integrado de Plagas (MIP) es el Control Legal, el cual debe ser regulado por un organismo gubernamental, reconocido a nivel nacional, regional e internacional y bajo el cual todos los actores de la cadena agroproductiva cumplan con la normativa vigente y realicen su mayor esfuerzo para

mantener el estatus fitosanitario del país. En Ecuador ese rol lo cumple la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario-Agrocalidad, que de acuerdo a la Ley de Sanidad Agropecuaria (LOSA), es la encargada de la regulación y el control sanitario agropecuario, con la finalidad de mantener el estatus fito y zoonosanitario del país lo cual, apoyará a mejorar los flujos comerciales de nuestros productos agrícolas hacia otros países. Esta regulación conlleva la emisión de normativa que permita preservar nuestra riqueza agrícola, evitando así el posible ingreso y diseminación de plagas que no se encuentran presentes en el territorio nacional.

Uno de los aportes del componente legal es, mitigar el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas cuarentenarias en territorio nacional. Una de las plagas que podría afectar la producción de aguacate es la enfermedad conocida como Mancha Solar del Aguacate, cuyo agente causal es el viroide ASBVd, el cual de acuerdo a una investigación realizada por Falcón 2015 en la provincia de Carchi, concluyó luego del diagnóstico correspondiente tanto en campo como en laboratorio que los síntomas presentados en las muestras analizadas no corresponden a Avocado Sunblotch Viroid (ASBVd). (Campos-Rojas et al. 2011). En Perú, existen reportes que indican que la afectación del viroide al aguacate puede causar pérdidas en los rendimientos hasta en un 60% (Barrera Rojas 2005). La transmisión del viroide ASBVd se puede dar de varias maneras: por material propagativo como es plantas de vivero, semillas, varetas, polen, que es lo más común y con un alto porcentaje de entre el 80 al 100%. Otra forma de transmisión son los medios mecánicos con porcentajes que oscilan entre el 8 y 30%. (Campos-Rojas et al. 2011).

1.2 Justificación

¿Existe algún riesgo de tipo fitosanitario para la importación de material vegetativo de aguacate y mejorar las plantaciones existentes?

El centro de origen del aguacate es México, que también es uno de los mayores productores mundiales de la fruta, con variedades como Hass de alta demanda en el mercado internacional, la cual presenta un mayor rendimiento que aquellas

variedades que nuestros campos se encuentran produciendo (variedad Fuerte, por ejemplo) (Sotomayor et al. 2016). Existe la posibilidad de importar material genético desde países productores como México y Perú pero, la producción de aguacate en los mencionados países, se ve afectada por la enfermedad conocida como Mancha Solar del aguacate provocada por el viroide (ASBVd), el cual no está presente en nuestro país lo que hace que sea considerada una plaga cuarentenaria y requiere que se tomen las medidas fitosanitarias adecuadas para mitigar su ingreso y diseminación en territorio ecuatoriano.

Agrocalidad, como el ente regulador y de control, desarrolló una Guía para elaborar un Análisis de Riesgo de Plagas (ARP) por plaga, para en base a dicho análisis, tomar las medidas fitosanitarias adecuadas y establecer los requisitos fitosanitarios adecuados para la importación e ingreso de material propagativo de especies vegetales a nuestro país.

El tipo de análisis propuesto beneficiaría en primer lugar a los consumidores que tendrían acceso a elegir productos entre una gama de alimentos inocuos y beneficiarse de una competencia que se puede presentar entre los productores. (Organización Mundial de Comercio 2005)

Se beneficiarían los productores y exportadores de aguacate por la eliminación de barreras al comercio de sus productos con el tema de ingreso y dispersión de plagas cuarentenarias como el viroide ASBVd que se podría convertir en un obstáculo para el envío de productos agrícolas a diferentes destinos. (Organización Mundial de Comercio 2005)

Beneficiaría a importadores ya que con el conocimiento de las plagas ausentes en el país de destino, en este caso Ecuador, pueden reducir la incertidumbre de la aplicación de medidas fitosanitarias en puntos de control. (Organización Mundial de Comercio 2005)

Se benefician los países en desarrollo ya que tienen una reglamentación internacional apropiada para establecer acuerdos fitosanitarios apropiados y tener acceso a capacitación y/o tecnología de parte de países más desarrollados. (Organización Mundial de Comercio 2005)

Al aplicar la Guía para elaborar un ARP por plaga emitida por Agrocalidad, se está dando un impulso al tema de diversificar las opciones de exportación para un rubro

como el aguacate que va creciendo con el transcurso del tiempo. Será una de los primeros análisis de este tipo aplicados para un cultivo en el país, con el apoyo de la academia dando su aval científico y servirá de base para la elaboración de estudios similares en otros cultivos de interés tanto a nivel nacional como regional e internacional.

1.3 Planteamiento de problema

La mancha solar del aguacate es una enfermedad provocada por el viroide Avocado Sunblotch Viroid (ASBVd) el cual se encuentra presente en los cinco continentes. Países como México, Estados Unidos, Venezuela, Perú (América); España, Grecia (Europa); Sudáfrica, Ghana (África); Israel (Asia) y Australia (Oceanía), reportan la presencia de la plaga en sus territorios. (Servicio Agrícola y Ganadero 2020) (CABI y EPPO 2013).

México es el principal productor de aguacate a nivel mundial. Se reportó por primera vez la presencia del viroide en el año 2009. Se considera que es capaz de reducir el 30% del rendimiento en árboles que se encuentran infectados y, el avance progresivo de la enfermedad puede llegar a reducir el rendimiento hasta en un 50%. La calidad de la fruta se reduce, lo que hace que no sea comercializable, la maduración es lenta y la corteza presenta manchas en su superficie. (SENASICA-CNRF 2018).

Perú se encuentra entre los diez principales productores de aguacate a nivel mundial. Su producción se desarrolla durante todo el año pero, la variedad Hass que es la que se destina para la exportación se produce y exporta entre los meses de mayo a septiembre. Evaluaciones de productividad demostraron que plantas infectadas por ASBVd presentaron una reducción de 27.3% en rendimiento total de la fruta y produjeron un incremento del 52.7% en frutos de baja calidad por la presencia de manchas en la corteza. (Cabrera 2011)

Los árboles con sintomatología severa presentan efectos marcados en los rendimientos los cuales pueden alcanzar pérdidas de hasta el 60%. Los árboles

infectados presentan la caída de flores y frutos. Estos frutos producen efectos no solo cualitativos sino también cuantitativos ya que los mismos no llegan a madurar, permanecen duros y no son aptos para el consumo humano. (Barrera Rojas 2005)

De acuerdo al informe del ARP realizado por el Servicio Fitosanitario del Estado del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, en la ficha técnica desarrollada, se expuso que los árboles que se encuentren afectados por ASBVd sintomáticos o asintomáticos muestran una reducción significativa en el rendimiento y calidad de la fruta, ya que en árboles sintomáticos los rendimientos se pueden reducir hasta un 75% con una reducción de peso promedio de los frutos de hasta un 40% mientras que, en frutos asintomáticos la reducción del rendimiento puede llegar hasta un 60% y el peso promedio se puede afectar hasta un 10%. (Servicio Fitosanitario del Estado 2015)

En Sudáfrica, el viroide disminuyó el rendimiento de los árboles de aguacate un 27.3%, los frutos de baja calidad alcanzaron un 52.7% y el precio de la fruta se redujo en un 40.1%. (Beltrán-Peña et al. 2014)

En el año 2015, Falcón E., realizó una investigación en el sector de San Vicente de Pusir, Cantón Bolívar, Provincia de Carchi, para analizar la presencia del viroide en las plantaciones de aguacate de la zona. En sus conclusiones indica que ASBVd no se encuentra en forma sintomática ni asintomática en las plantaciones del área en estudio. (Falcón 2015)

De acuerdo a la Resolución 0122 de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario de 2017-09-15, en la cual se actualiza el listado de Plagas Cuarentenarias no presentes en Ecuador, se ubica a Avocado Sunblotch Viroid (ASBVd) en la posición 1003 del listado, lo que quiere decir que la plaga no se encuentra presente en nuestro país y está considerada como plaga cuarentenaria. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2017)

Por lo descrito, Avocado Sunblotch Viroid, se considera una plaga cuarentenaria, la cual no está presente en nuestro país. Resulta imprescindible conocer su forma de transmisión, dispersión y diseminación, a través de toda la información técnica científica posible para evitar que afecte a la producción de aguacate en nuestro país y el flujo comercial que las exportaciones de la fruta ha tomado en los últimos años a diferentes destinos.

La Guía de trabajo para la elaboración del Análisis de Riesgo de Plagas por plaga, está basada en normativa nacional e internacional y tiene toda la base científica y técnica para su aplicación. Se realizará la recolección de información para identificar la plaga, se procederá a evaluar el riesgo de que la plaga ingrese a nuestro país, las repercusiones potenciales tanto económicas como ambientales. Finalmente se identificará las medidas fitosanitarias que reduzcan el riesgo a un nivel aceptable para el ingreso de material propagativo de aguacate a Ecuador.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Elaborar el Análisis de Riesgo de Plaga (ARP) por plaga del viroide ASBVd (Avocado Sunblotch Viroid) causante de la enfermedad Mancha Solar del Aguacate (*Persea americana*)

1.4.2 Objetivos Específicos

Determinar si el viroide ASBVd que provoca la mancha solar del aguacate, es una plaga cuarentenaria para nuestro país.

Evaluar el nivel de riesgo de introducción del viroide ASBVd a nuestro territorio.

Identificar Medidas Fitosanitarias adecuadas para la exclusión del viroide ASBVd de Ecuador.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 DEFINICIONES

2.1.1 Plaga

La Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias N° 5, indica que plaga es: Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales. (FAO 2019)

2.1.2 Plaga Cuarentenaria

De acuerdo a la NIMF N° 5, la definición de Plaga Cuarentenaria es: Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro aún cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no está extendida y se encuentra bajo control oficial. (FAO 2019)

2.1.3 Medida Fitosanitaria

La Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias N° 5, indica que una Medida Fitosanitaria es Cualquier legislación, reglamento o procedimiento oficial que tenga el propósito de prevenir la introducción y/o dispersión de plagas cuarentenarias o

de limitar las repercusiones económicas de las plagas no cuarentenarias reglamentadas. (FAO 2019)

Las medidas fitosanitarias a nivel internacional se enmarcan dentro del Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) de la Organización Mundial de Comercio (OMC) y en si lo que hace es establecer las reglas sobre aplicación de normativas relacionadas a la inocuidad de los alimentos, salud de los animales y preservación de los vegetales. El AMSF da la potestad a los países de establecer su normativa propia basada en principios científicos y, enmarcados en proteger la salud y la vida de las personas y de los animales, para preservar los vegetales y que no haya discriminación entre los países miembros de una manera arbitraria o sin justificación científico-técnica. (Organización Mundial de Comercio 2005)

Los países miembros de la OMC, aplican medidas fitosanitarias tendientes a garantizar la inocuidad de los productos alimenticios de consumo humano y evitar el ingreso, propagación y diseminación de plagas entre los animales y vegetales. Esta medidas pueden ser de varias formas: la necesidad de que los productos provengan de Zonas libres de plagas, inspección física de los productos, aplicación de tratamientos fitosanitarios, reporte de análisis de laboratorio oficial previo a un embarque de exportación de plantas, productos vegetales o artículos reglamentados. Las medidas fitosanitarias son aplicables tanto para plagas locales de vegetales así como también a productos importados desde otras latitudes de la tierra. (Organización Mundial de Comercio 2005)

Las responsabilidades de una Organización de Protección Fitosanitaria (ONPF) oficial, incluyen:

- Emitir Certificados Fitosanitarios de Exportación (CFE) referidos a la reglamentación fitosanitaria emitida por el país de destino para envíos de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados.

- Vigilancia de plantas en cultivo como campos, plantaciones comerciales, viveros, invernaderos, laboratorios; flora silvestre; plantas y productos vegetales en almacenamiento o transporte, con la finalidad de informar la presencia, el brote y diseminación de plagas para su combate incluyendo la presentación de información de plagas que se puedan constituir en un peligro inmediato o potencial.
- Inspección de envíos de plantas y productos vegetales que circulen en el tránsito internacional con el fin de prevenir la introducción y/o diseminación de plagas.
- Desinfectación o desinfección de envíos de plantas y productos vegetales que circulen en el tráfico internacional para cumplir con los requisitos fitosanitarios establecidos por los países de destino. (FAO 1997)

2.1.4 Análisis de Riesgo de Plagas (ARP)

De acuerdo a la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias N° 5 (NIMF N° 5), un Análisis de Riesgo de Plagas (ARP) es un Proceso de evaluación de las evidencias biológicas u otras evidencias científicas y económicas para determinar si una plaga debería reglamentarse y la intensidad de cualesquiera medidas fitosanitarias que han de adoptarse contra ella. (FAO 2019)

2.1.5 Realización de Análisis de Riesgo de plagas.

Un ARP asegura a los países de destino de los envíos de plantas y productos vegetales que mediante procedimientos apropiados se mantenga la seguridad fitosanitaria de dichos envíos luego de la certificación fitosanitaria.(FAO 1997)

El AMSF permite a los gobiernos de los países miembros garantizar una protección fitosanitaria acorde a sus realidades, fomentando a que la adopción de dichas medidas sea lo más coherente posible. Las medidas fitosanitarias encaminadas en garantizar el control de las plantas, productos vegetales, se deben basar en la medida de lo posible en el análisis científico-técnico de datos objetivos, reales y comprobables. (Organización Mundial de Comercio 2005)

2.2 Marco descriptivo del Análisis de Riesgo de Plagas

El Análisis de Riesgo de Plagas (ARP) proporciona los fundamentos para establecer las medidas fitosanitarias requeridas para un área de ARP específica. Evalúa la evidencia científica que se tiene a disposición para determinar si un organismo es una plaga. Este análisis evalúa la probabilidad de introducción y dispersión de la plaga en estudio y la magnitud de las posibles repercusiones económicas que podría causar en un área delimitada, utilizando tanto datos científicos como económicos. Aunque para varios organismos se conoce con anterioridad que son plagas, en otros casos es necesario determinar en primer término si constituyen o no plaga. (FAO 2019)

El ARP debe considerar los riesgos que conlleva la introducción de organismos asociados con una vía en particular, por ejemplo, un producto básico determinado. Es posible que el producto en sí no plantee riesgos de plagas pero puede albergar organismos que sí lo son. En etapa inicial se preparará listas de dichos organismos. Posteriormente se procederá a un análisis de forma individual o en grupos en caso de que las especies tengan características biológicas comunes. (FAO 2019)

El proceso de ARP se aplica a plantas cultivadas y de flora silvestre, conforme al ámbito de aplicación de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), no abarcando análisis de riesgos que se encuentren fuera de dicho ámbito. (FAO 2019)

2.2.1 Estructura del ARP

Consiste de tres etapas:

Etapas 1: Inicio

Etapas 2: Evaluación del riesgo de plagas

Etapas 3: Manejo del riesgo de plagas

El proceso de ARP inicia en la Etapa 1 con la identificación del organismo vivo o la vía a ser considerada para la evaluación del riesgo de plagas o parte del examen

de medidas fitosanitarias ya existentes, en relación con un área definida para un ARP. El primer paso consiste en determinar o confirmar si el organismo considerado es o no una plaga. Si no se identifica como plaga, no se requiere continuar con el análisis. Si se identifica plaga en la etapa 1, continúa el análisis en el resto de etapas, aplicando la orientación proporcionada en otras normas aplicables. La recopilación de información, documentación y comunicación del riesgo, son elementos comunes en todas las etapas del ARP. El proceso no es necesariamente lineal ya que existe la posibilidad de que al realizar el análisis en su totalidad se deba avanzar o retroceder entre las diferentes etapas. (FAO 2019)

2.2.1.1 Etapa 1 del ARP: Inicio

Consiste en identificar los organismos y las vías que podrían considerarse para la evaluación del riesgo de plagas en relación con un área de ARP identificada.

El proceso de ARP podrá iniciarse en las siguientes situaciones:

- Solicitud para considerar una vía que podrá requerir medidas fitosanitarias.
- Se identifica a una plaga que podrá justificar medidas fitosanitarias.
- Decisión de revisar o modificar las medidas fitosanitarias o políticas fitosanitarias.
- Solicitud para determinar si un organismo es una plaga.

La etapa inicial comprende cuatro fases:

- Determinación de si un organismo constituye plaga.
- Definición del área de ARP
- Evaluación de ARP previo
- Conclusión

Durante esta etapa se debe disponer de información para la identificación del organismo y las repercusiones económicas potenciales incluido el impacto ambiental. Otra información útil es la distribución geográfica, plantas hospedantes, hábitat, relación con otros productos. (FAO 2019)

2.2.1.1.1 Identificación de una plaga

La necesidad de un ARP nuevo o revisado de una plaga específica reconocida podrá surgir de las siguientes situaciones:

- Descubrir una infestación o brote de una plaga nueva.
- Identificar una plaga nueva mediante investigación científica.
- Notificación de que una plaga es más perjudicial de lo que se conocía antes.
- Identificación de un organismo como vector de otras plagas reconocidas.
- Cambio en el estatus o la incidencia de una plaga en el área de ARP.
- Intercepción de una nueva plaga en un producto básico importado.
- Intercepción de una plaga en repetidas ocasiones durante la importación.
- Propuesta de importación de una plaga para investigación u otro fin.

En estas situaciones como parte de la preparación para la Etapa 2, se puede registrar el hecho de que se sabe que el organismo es una plaga. (FAO 2019)

2.2.1.1.2 Determinación de un organismo como plaga

Es necesario especificar la identidad taxonómica del organismo, ya que cualquier información biológica o de otro tipo debe estar relacionado con el organismo en cuestión. Si no se ha determinado o descrito un nombre para el organismo y poder determinar si es una plaga, al menos debe demostrarse que es identificable, la regularidad con la que causa daño a plantas o productos vegetales y que es transmisible y capaz de dispersarse. (FAO 2019)

El nivel taxonómico a ser considerado para el ARP es la especie. El uso de un nivel superior o inferior debe justificarse con argumentos científicos sólidos. Cuando se revisen niveles inferiores al de especie, los fundamentos deben incluir evidencia de notificada de variación significativa en factores tales como virulencia, resistencia a agroquímicos, adaptabilidad al medio ambiente, rango de hospedantes o el papel que puede jugar como vector. (FAO 2019)

Los indicadores de predicción para un organismo son aquellas características, que si se encuentran, sugerirán que un organismo puede ser plaga. Los siguientes son ejemplos de indicadores a ser considerados.

- Antecedentes de establecimiento exitoso en nuevas áreas.
- Características fitopatógenas.
- Características fitófagas.
- Presencia detectada en relación con daños observados en plantas, organismos benéficos, etc., antes que se haya establecido una conexión causal.
- Pertenecer a una categoría que por lo general contiene plagas ya conocidas.
- Capacidad de actuar como vector de plagas conocidas. (FAO 2019)

2.2.1.1.3 Definición del área de ARP

El área a la que se refiere al ARP debe estar claramente definida. Podría abarcar todo un país, parte de él, o varios países. La información que se recolecte podría referirse a una zona geográfica más extensa, el análisis del establecimiento, la dispersión y las repercusiones económicas solo deben corresponder al área de ARP definida. (FAO 2019)

2.2.1.1.4 Análisis de riesgo de plagas anteriores

Antes de realizar un nuevo ARP, se debe comprobar si el organismo, la plaga o la vía, han sido sometidos de manera previa a un ARP. Debe verificarse la validez de cualquier análisis existente, ya que las circunstancias e información podrán haber cambiado. Asimismo debe confirmarse la pertenencia para el área de ARP establecida. (FAO 2019)

Existe la posibilidad de utilizar un ARP de un organismo, plaga o vía similares, especialmente cuando se carezca de información sobre el organismo específico o cuando la información esté incompleta. La información recopilada para otros fines como evaluaciones de impacto ambiental o de un organismo emparentado, puede ser de utilidad pero no sustituye al ARP. (FAO 2019)

2.2.1.1.5 Conclusión de la etapa de inicio

Al concluir la etapa 1, se habrá identificado las plagas y las vías que sean motivo de preocupación y se habrá definido el área de ARP. Se tendrá recopilada la información apropiada y se habrá identificado la plaga que se propone a evaluar más a fondo, de forma individual o en relación con una vía. (FAO 2019)

Si se determina que el organismo evaluado no es una plaga y que la vía analizada no transporta plagas, no es necesario realizar otra evaluación. La decisión y su fundamento deben ser registrados y comunicados de manera apropiada. (FAO 2019)

Si el propósito del ARP es determinar de manera específica si la plaga debe reglamentarse como plaga cuarentenaria, se pasa directamente a la fase de evaluación del riesgo de plagas (Etapa 2) correspondiente a la categorización de las plagas, descrita en la NIMF 11, aplicada para aquellos organismos que parezcan cumplir con los siguientes criterios:

- No están presentes en el área de ARP o si lo están, tienen distribución limitada y están sujetos a control oficial o está en examen la posibilidad de someterlos a control oficial.
- Tienen posibilidad de causar daño a las plantas o productos vegetales en el área de ARP.
- Tienen posibilidad de establecerse y dispersarse en el área de ARP. (FAO 2019)

2.2.2 Etapa 2: Evaluación del riesgo de plaga

La etapa 2 comprende varias fases:

- Categorización de las plagas: determinar si una plaga tiene características de una plaga cuarentenaria o de una Plaga No Cuarentenaria Reglamentada (PNCR).
- Evaluación de la introducción y dispersión: identificación del área en peligro y evaluación de la probabilidad de introducción y dispersión.

- Evaluación de las repercusiones económicas: evaluación de las repercusiones económicas, incluido el impacto ambiental.
- Conclusión: síntesis del riesgo general de las plagas analizadas basadas en los resultados de la evaluación referente a la introducción, dispersión y repercusiones económicas potenciales.

Los resultados de la evaluación del riesgo de plagas se utilizan para decidir si debe pasarse a la etapa de manejo del riesgo (Etapa 3). (FAO 2019)

2.2.3 Etapa 3: Manejo del riesgo de plagas

Conlleva la identificación de medidas fitosanitarias que solas o combinadas reducen el riesgo a un nivel aceptable.

No es justificable la aplicación de medidas fitosanitarias si el riesgo de plagas se considera aceptable o si las medidas no son factibles de aplicar. Aún en los casos mencionados, las partes contratantes podrán decidir que mantienen un nivel reducido de monitoreo o verificación con respecto al riesgo para asegurar de que se identificarán los cambios futuros de ese riesgo. (FAO 2019)

Esta etapa se da por terminada con una conclusión sobre si se dispone o no de medidas fitosanitarias factibles y eficaces en función de los costos que sean apropiados para disminuir el riesgo de plagas a un nivel aceptable. (FAO 2019)

2.2.4 Aspectos comunes a todas las etapas del ARP

2.2.4.1 Incertidumbre

Es un componente del riesgo y es importante reconocerla y documentarla al realizar los ARP. Las fuentes pueden incluir falta de datos o datos incompletos, sin coherencia o contradictorios, variabilidad de los sistemas biológicos, aleatoriedad del muestreo. (FAO 2019)

La naturaleza y grado de incertidumbre deben estar documentados y comunicarse, indicando que se ha utilizado la opinión de expertos. Debe registrarse si se recomienda agregar medidas fitosanitarias o intensificar las existentes para compensar la incertidumbre. La documentación recolectada de la incertidumbre contribuye a la transparencia y puede ser utilizada para la identificación de necesidades o prioridades para una investigación. (FAO 2019)

Como es una parte inherente del ARP, es conveniente hacer un seguimiento a la situación fitosanitaria resultante de la reglamentación que se haya basado en un ARP concreto, y reevaluar decisiones tomadas con anterioridad. (FAO 2019)

2.2.4.2 Recolección de información

Durante el proceso es preciso recolectar y revisar la información que sea necesaria para llegar a formular recomendaciones y conclusiones. Serán de interés publicaciones científicas, información técnica relacionada, datos, encuestas o interceptaciones. Cuando se avanza en el análisis se podría identificar zonas de información que puedan requerir investigaciones adicionales. Si la información no es la suficiente o la misma no es concluyente, se puede recurrir a la opinión de expertos. (FAO 2019)

Cuando se solicite información a otras partes contratantes estas deben ser lo más específica posible y lo esencial para el análisis. Se puede acudir a otras entidades para obtener la información pertinente. (FAO 2019)

2.2.4.3 Documentación de cada ARP realizado

Para cada ARP, el proceso desde el inicio hasta el manejo del riesgo debe ser lo suficientemente documentado a fin de que las fuentes de donde fueron tomadas y el fundamento de las decisiones que tienen relación al manejo se puedan demostrar de forma clara. Ello no significa que un ARP deba ser largo y complejo. Puede ser un ARP breve y conciso siempre que se pueda llegar a conclusiones justificables tras haber completado las fases del proceso de ARP. (FAO 2019)

Los elementos principales que se tienen que documentar son los siguientes:

- Finalidad del ARP.
- Identidad del organismo.
- Área considerada en el ARP.
- Atributos biológicos del organismo y evidencia de su capacidad para ocasionar daños.
- Para plagas cuarentenarias, plaga y las áreas en peligro.
- Para las PNCR, plaga, hospedante, plantas y/o partes o clases de plantas examinadas, fuentes de infestación, uso destinado de las plantas.
- Fuentes de información.
- Tipo y grado de incertidumbre y posibles medidas para recompensarla.
- Para análisis realizado a partir de una vía, descripción del producto básico y lista de plagas categorizadas.
- Evidencia de las repercusiones económicas, incluidas el impacto ambiental.
- Conclusión de la evaluación de riesgo de plagas (probabilidades y consecuencias).
- Decisiones y justificaciones para detener el proceso de ARP.
- Manejo del riesgo de plagas, medidas fitosanitarias identificadas, evaluadas y recomendadas, fecha de finalización y ONPF responsable del análisis con la indicación según lo apropiado, nombre de los autores, colaboradores y revisores.

Otros aspectos que se documentaran podrían incluir:

- Necesidad de monitorear la eficacia de las medidas fitosanitarias propuestas.
- Peligros identificados fuera del ámbito de la CIPF y que han de comunicarse a otras autoridades. (FAO 2019)

2.2.4.4 Comunicación del riesgo

Es un proceso interactivo que permite el intercambio de información entre la ONPF y los interesados directos. No es una simple transmisión de información sin reciprocidad o que los interesados entiendan la situación de riesgo, sino un esfuerzo para conciliar los puntos de vista manifestado por los científicos, interesados directos, políticos, con miras a:

- Lograr un entendimiento común de los riesgos de plagas.
- Crear opciones convincentes para el manejo del riesgo de plagas.
- Elaborar reglamentos y políticas creíbles y coherentes para abordar los riesgos de plagas.
- Promover la toma de conciencia sobre los asuntos fitosanitarios que se estén estudiando. (FAO 2019)

Al concluir el ARP, es necesario que los datos que respaldan el análisis, las medidas que se proponen para mitigar el riesgo y la incertidumbre se den a conocer a los interesados directos y a las partes interesadas, incluyendo en ese grupo a otras partes contratantes, ORPF (Organización Regional de Protección Fitosanitaria) y las ONPF según sea apropiado. (FAO 2019)

Si después de desarrollado el ARP, se llegan a adoptar requisitos, restricciones o prohibiciones de carácter fitosanitario, la parte contratante los publicará y transmitirá de manera inmediata a las partes contratantes que puedan verse afectadas de manera directa y pondrá a su disposición los fundamentos de requisitos, restricciones o prohibiciones. (FAO 2019)

Si luego del ARP no se adoptan medidas, requisitos o prohibiciones fitosanitarias, se sugiere a las partes contratantes a poner a disposición la información. (FAO 2019)

Se sugiere a las ONPF que toda evidencia de peligros que no sean riesgos de plagas sea comunicada a las autoridades competentes. (FAO 2019)

2.2.4.5 Coherencia en el ARP

La coherencia en la realización de un ARP puede presentar las siguientes ventajas:

- Facilita la aplicación de principios de no discriminación y transparencia.
- Mejora el conocimiento sobre el desarrollo del proceso de ARP.
- Incrementa la eficacia en la conclusión de los ARP y el manejo de datos adjuntos.
- Mejora la comparación con ARP realizados para productos o plagas similares, esto a su vez facilita la elaboración y aplicación de medidas equivalentes o similares.
- La coherencia se puede asegurar con la elaboración de criterios genéricos de decisión y etapas de procedimiento unificados, capacitación de los técnicos que realicen el ARP y análisis de proyectos de ARP. (FAO 2019)

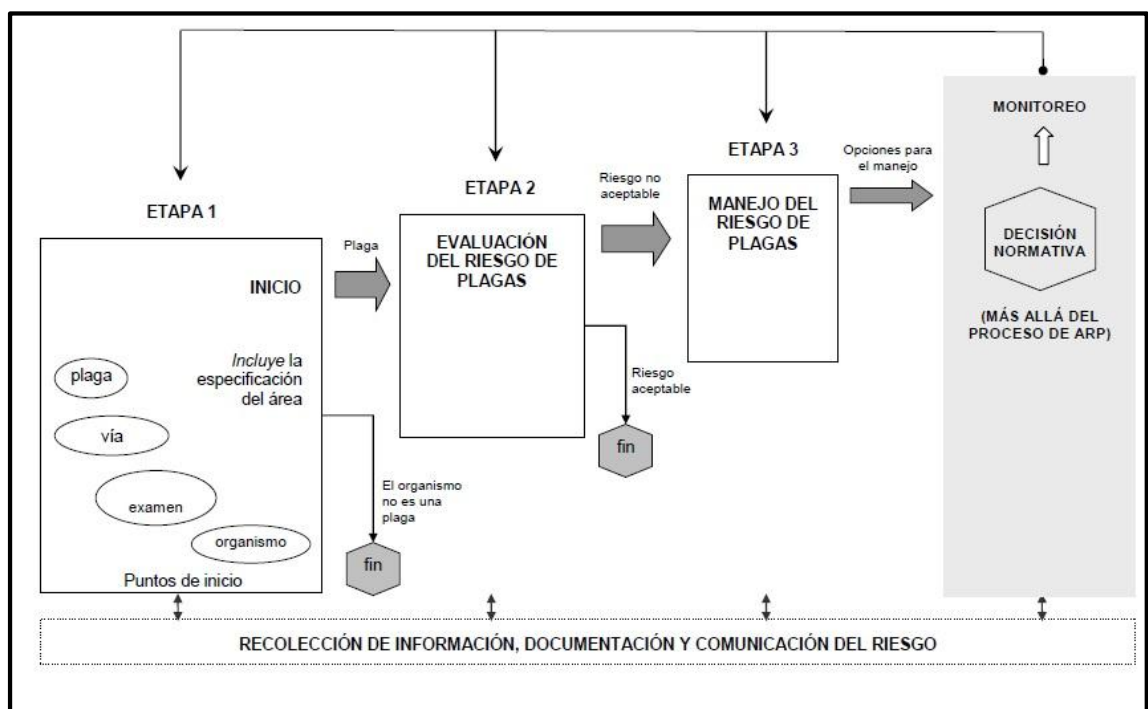


Gráfico 1. Diagrama de flujo del Análisis de Riesgo de Plagas (ARP).

Fuente: (FAO 2019)

2.3 Aspectos generales del aguacate

El aguacate, perteneciente a la familia Lauraceae tiene una riqueza natural reconocida desde hace miles de años por los habitantes del continente americano.

El hábitat natural donde se desarrolla se extiende desde México hasta Colombia y Ecuador. Cuando los conquistadores españoles llegaron a América, el aguacate ya había sido domesticado y se cultivaba ya hasta el sur de Perú. (Lazcano-Ferral y Espinoza 1998)

Tiene un alto contenido de aceite, cercano al 30%, lo que le da una consistencia cremosa y suave. Al tener un alto contenido calórico, es una gran fuente de energía. Se lo ha considerado como una de las fuentes de alimento más completas y económicas en América Central y América del sur, sobre todo donde consumir alimentos que contengan alta cantidad de energía es limitado. (Lazcano-Ferral y Espinoza 1998)

En la actualidad, los precios en el mercado internacional de la fruta son muy atractivos para los productores del América latina, siendo la exportación, el objetivo de las unidades de producción de la zona. Por tanto, para una exportación que se sostenga a través del tiempo es necesario la adopción y utilización de todas las prácticas adecuadas de manejo que se tenga a disposición. (Lazcano-Ferral y Espinoza 1998)

Es un árbol muy vigoroso, con un tronco fuerte y crecimiento erecto que puede alcanzar una altura de hasta 30m; su sistema radicular es bastante superficial, alcanzado profundidades de hasta 1.50m, es susceptible al encharcamiento y ataque de organismos fitopatógenos por lo que requiere de suelos profundos y con buen drenaje; la superficie del tronco es rugosa, de ramificación intensiva con ramas jóvenes de tono rojo cobrizo que es más intenso hacia el ápice, superficie pubescente y lenticelas de color verde; hojas dispuestas de forma alterna, pedunculadas, brillantes, de forma lanceolada, con una coloración verde mate; las inflorescencias se presentan en forma de ramilletes, de coloración amarillo verdosa que pueden llegar a producir hasta un millón de flores pero tan solo el 0.1% se convierte en fruto, de 0.5 a 1.5cm de ancho y tres verticilos de tres estambres y un ovario; el fruto es ovalado, con corteza gruesa, de tono verde oscuro que puede pasar a verde púrpura cuando va madurando, semilla redondeada y tamaño mediano; la pulpa es de color crema amarillenta a mediados y finales del proceso

de maduración; en climas fríos la fruta se puede dejar por más tiempo en el árbol, en climas cálidos no es recomendable debido a que la fruta toma un sabor desagradable. (Alarcón et al. 2012)

Los aguacates cultivados en su mayoría son híbridos resultantes del cruce entre las tres subespecies que tienen variaciones en su forma, tamaño y color, de acuerdo a las características de sus progenitores. (Huaraca et al. 2016)

Las razas en el cultivo de aguacate son grupos que se forman de acuerdo a las características resultantes de la herencia genética. En cambio, las variedades son el producto de los cruzamientos realizados entre las razas que se realizan en su gran mayoría en los centros de investigación. Las razas identificadas son:

Raza Mexicana (*Persea americana* Mill, variedad drymifolia)

Originaria de México, se cultiva en altitudes que van de 1500 a 2500 msnm, árboles altos, corteza y ramas delgadas, resiste bajas temperaturas. Hojas verde oscuro, pequeñas, de 8 a 10cm de largo y con un olor anisado. Frutos piriformes con un peso de 90 a 180g, cáscara delgada, alto contenido de aceite (20-25%), la semilla es pequeña. (Huaraca et al. 2016)

Raza Guatemalteca (*Persea americana* Mill, variedad guatemalensis)

Su origen está en Guatemala, cultivándose en zonas que van desde los 500 a 2400 msnm. Árbol de gran tamaño, hojas grandes de color verde oscuro y sin olor característico. El peso del fruto oscila entre 125 a 1500g, su cáscara es gruesa, consistencia correosa, pulpa fibrosa con un contenido de aceite de 18 a 20%, semilla de tamaño grande. (Huaraca et al. 2016)

Raza Antillana (*Persea americana* Mill, variedad americana)

Es originaria de la región de la Antillas. Se desarrolla en sitios bajos entre 0 a 500 msnm, con alta humedad relativa, siendo muy sensible al frío. Plantas de 15 a 20m

de alto, hojas multiformes sin olor característico alguno. El peso del fruto se encuentra entre 250 a 2500g. Corteza correosa y con contenido bajo de aceite (10%), semilla grande. Posee resistencia al exceso de calcio y a la salinidad del suelo. (Huaraca et al. 2016)

2.3.1 Variedades

2.3.1.1 Fuerte

Originaria de México, es un híbrido natural resultante del cruce entre las razas mexicana y guatemalteca. Árboles vigorosos con una altura de entre 5 a 25m, copa abierta y tendencia a formar ramas horizontales. Flor tipo B. Fruto aperado de color brillante con un peso que va de 180 a 420g. Semilla de tamaño mediano, corteza de color verde y de 1mm de espesor, no contiene fibra y el porcentaje de aceite es del 29.16%. Tiene una alta demanda en el mercado por su buen tamaño, conservación y resistencia al transporte. Se lo cosecha de febrero a julio. (Huaraca et al. 2016)

2.3.1.2 Hass

Originaría de Estados Unidos, es una planta que proviene de la raza guatemalteca. Árbol de tamaño mediano, flor tipo A. Crecimiento semielíptico, susceptible a las heladas. Su fruto es de forma ovalada, con un peso que oscila entre 180 a 360g, de piel arrugada, coloración negra, no contiene fibra y presenta un contenido de aceite del 32.39%, su semilla es pequeña y esférica. Tiene una alta demanda en el mercado internacional ya que es resistente al transporte. Su época de cosecha esta entre los meses de mayo y septiembre. (Huaraca et al. 2016)

2.3.2 Propagación

El aguacate se puede propagar de forma sexual o de forma vegetativa. Para plantaciones con un objetivo comercial se debe utilizar la propagación vegetativa

por medio de injerto sobre plantas provenientes de semilla y también sobre patrones propagados de forma vegetativa. (Huaraca et al. 2016)

La propagación por semilla no es recomendable para plantaciones comerciales debido a la gran variabilidad de las plantas obtenidas por este método de propagación. Además, se producen plantas que inician su vida productiva mucho más tarde y con un tamaño mayor que hace más difícil la recolección de la fruta. (Huaraca et al. 2016)

La propagación por semilla es utilizada para obtener porta injertos adaptados a las condiciones agroclimáticas donde se desea establecer el cultivo. (Huaraca et al. 2016)

2.3.3 Floración

Los árboles de aguacate presentan flores hermafroditas las cuales evitan la autofecundación. Las flores se abren en dos momentos que se separan en el tiempo. En un primer momento se abren como flores femeninas con el pistilo receptivo al polen que viene de otros árboles pero con los estambres sin desarrollar para que el polen no fecunde al pistilo. (Huaraca et al. 2016)

Las flores de este cultivo no son muy llamativas, no presentan pétalos, los órganos sexuales se encuentran rodeados por seis sépalos con un estambre en cada uno de ellos. Para la atracción de los insectos presentan tres nectarios de color anaranjado los cuales se ubican entre los estambres y el ovario. (Huaraca et al. 2016)

2.3.3.1 Dicogamia floral

El cultivo de aguacate es dicógamo, es decir, los órganos masculinos y femeninos de la flor maduran a diferentes tiempos. Las flores un día lo hacen como hembras (Tipo A) y al día siguiente lo hacen como machos (Tipo B).

Las flores de tipo A en el primer día en la mañana a la salida del sol se abren con su estigma receptivo y recibir a los insectos polinizadores que traen el polen de otra flor y, en la tarde dicho estigma se cierra hasta la mañana del día siguiente, en la tarde se abre la flor con los estambres expuestos para que los insectos se impregnen de polen. Las del grupo B en la tarde del primer día se abren con el estigma receptivo y en la mañana del siguiente día se abren con los estambres dehiscentes. De esta forma es casi imposible que el polen de la propia flor fecunde a su estigma. Así se evita la endogamia que provocaría la degeneración de la especie. (Huaraca et al. 2016)

PERÍODO DE TIEMPO		GRUPO FLORAL	
		A	B
PRIMER DÍA	MAÑANA	♀ 	
	TARDE		♀ 
	NOCHE		
SEGUNDO DÍA	MAÑANA		♂ 
	TARDE	♂ 	
	NOCHE		

Gráfico 2. Ciclo floral del aguacatero.

Fuente: (Huaraca et al. 2016)

Las condiciones ambientales como temperatura, luminosidad, humedad relativa, tienen gran influencia en los estados fenológicos de la flor de aguacate (apertura-cierre).

Lo esencial para conseguir una fructificación adecuada y así obtener buenas cosechas es que en la plantación existan distintas variedades para asegurar una

buena polinización. Se les conoce como plantas polinizantes y resultan mejor si se intercalan árboles bordes (híbridos) provenientes de semilla. Se debe evitar plantaciones de una sola variedad ya que todos los árboles florecerán como hembras el mismo día y como machos al día siguiente lo que provocará que ninguna flor llegue a ser polinizada. (Huaraca et al. 2016)

2.4 Viroides

Los viroides son organismos más pequeños que los virus. Su única cadena de ARN tiene entre 100 a 360 bases. Son más pequeños que el tamaño promedio de un gen. El ARN se ubica en el citoplasma del hospedante y mediante el apareamiento interno de bases se duplica hasta que adquiere una forma de molécula regular y característica. Todavía no se entiende de forma clara como los viroides interfieren en el metabolismo del hospedante. (Niks y Lindhout 1999)

El modo de apareamiento de las bases en los viroides da como resultado la formación de estructuras similares a un gancho con regiones de una sola cadena y de doble cadena en el mismo viroide. Estos organismos tienen muchas propiedades de las moléculas de ARN de una sola banda y cuando son observadas al microscopio electrónico pueden presentar el grosor de una molécula de ARN de doble cadena. (Agrios 1995)

Aparentemente los viroides se encuentran asociados con el núcleo celular, de manera particular con la cromatina y también con el sistema endomembranoso celular. (Agrios 1995)

Se desconoce la forma por la cual estos organismos se replican. Su tamaño pequeño solo podría codificar una proteína pequeña la cual podría ser más pequeña que las subunidades conocidas de la ARN polimerasa, por lo que sería incapaz de llevar a cabo la replicación del viroide. Está demostrado que los viroides son organismos inactivos de forma similar al ARN mensajero y no es posible la detección de nuevas proteínas en cultivares que se han infectado por la acción de este tipo de organismos. (Agrios 1995)

Se ha propuesto que los viroides se pueden replicar al copiar directamente su ARN usando todos los componentes que requiere para dicho proceso incluyendo la ARN polimerasa, de lo que el hospedero le puede suministrar. (Agrios 1995)

Se desconoce la forma en la que los viroides provocan la enfermedad. Producen una variedad de síntomas muy parecidos a los de los virus. Al parecer la cantidad de viroides que se producen en las células es muy pequeña, por tanto, no hay probabilidad que se produzca un déficit en los nucleótidos del ARN de las células. Muchos de los hospederos que se infectan no presentan daños considerables, aunque parece que estos organismos se replican entre ellos, tanto como lo hacen con los hospederos sensibles. Los viroides afectan el metabolismo del hospedero de forma similar como lo hacen los virus, los cuales hasta el momento se desconocen. (Agrios 1995)

Los viroides se transmiten a través de varios mecanismos como el contacto físico entre plantas, polen, o insectos. Los síntomas que causan son de manera similar a los que son causados por los virus. (Niks y Lindhout 1999)

Al parecer, los viroides sobreviven fuera del hospedero o en materia vegetal inerte durante períodos de tiempo que comprenden varios minutos a algunos meses. De manera general, parece que ingresan en un período de invernación y estiva en plantas hospederas perennes que incluyen a los hospedantes más relevantes de casi todos los viroides conocidos. Son resistentes a altas temperaturas por lo que no pueden ser inactivados en plantas infectadas por medio de tratamientos a base de calor. (Agrios 1995)

El control de enfermedades provocadas por este tipo de organismos se basa en el uso de material vegetativo libre de la enfermedad, traslado y destrucción de plantas infectadas, esterilización frecuente de herramientas cuando se trabaja con material de propagación. (Agrios 1995)

2.5 La Mancha Solar del aguacate

La mancha solar del aguacate, rayito de sol o Sunblotch es causada por un viroide descrito por primera vez por Horne y Parker (1931) en California, USA y observada

por Fawcett (Schroeder, 1935) en Palestina sobre árboles procedentes de las misma California, sin embargo, fueron Wolfe et al. (1934) y Stevens (1939) quienes encontraron casos concretos de la enfermedad en La Florida (USA) sobre variedades “Nabal” y “Taylor”. (Campos-Rojas et al. 2011). Fue hasta la década de los 70’s que se caracterizó al viroide causante de la enfermedad. ASBVd está formado por una molécula de ARN de cadena simple con un tamaño aproximado de 246-249 nucleótidos, covalente y cerrada con un alto grado de vinculación entre bases antiparalelas y no se encuentra en asociación con ninguna partícula proteica. (SENASICA-CNRF 2018). Es posible encontrar variantes como el ASBVd-B, ASBVd-V y ASBVd-SC. (Campos-Rojas et al. 2011)

2.5.1 Síntomas

Los síntomas se pueden manifestar en diferentes órganos de la planta como hojas, ramas, corteza y frutos, los cuales varían de acuerdo a la etapa fenológica. Los síntomas primarios son hojas con una coloración más clara de la normal, presentando la señal más acentuada en los pecíolos de donde se puede extender hasta la nervadura foliar; en el tallo se presentan franjas longitudinales de una tonalidad amarillo claro; en fruto verde las franjas cloróticas se notan más pronunciadas y en variedades de color oscuro las manchas se mantienen, presentando una coloración que puede variar entre rojo y púrpura. Los síntomas secundarios se presentan en hojas con áreas cloróticas menos desarrolladas, de tono grisáceo, con arrugas, manchas y moteados; en el tallo y ramas se pueden presentar estrías de tono blanco a amarillo, moteados necrosados y un fenómeno conocido como “piel de cocodrilo” caracterizado por desecación, agrietamiento y oscurecimiento; el fruto presenta retraso en la maduración, hendiduras cloróticas de coloración rojiza o necrótica. En casos más severos los frutos se deforman. (SENASICA-CNRF 2018)

2.5.2 Desarrollo

El viroide mantiene un menor grado de sintomatología durante las estaciones frías en altitudes comprendidas entre los 1700 y 2400 msnm, sin embargo, a una menor

altura de los 1700 msnm, en cualquier unidad productiva y en cualquier clima en que se produzca la fruta se puede presentar la sintomatología referida anteriormente. El viroide no se manifiesta en sus mejores condiciones a temperaturas que oscilan entre 8 a 16°C pero, el rango de temperatura ideal en condiciones de campo se encuentra entre 18 a 32°C. Se ha observado en cultivos que presentan la enfermedad que los árboles afectados pueden presentar la sintomatología en frutos y ramas con mayor exposición al sol, es decir, hacia el este, sur y oeste, pero no hacia el norte, esto en los puntos cardinales de la copa del árbol. (Campos-Rojas et al. 2011)

Otro evento que de alguna manera tiene relación con la temperatura es que la floración comprendida entre los meses de agosto a octubre, su cuaje y crecimiento de fruta es generalmente asintomática, inclusive en la totalidad. Con excepción de varios frutos expuestos hacia donde sale el sol y cuando la altitud es menor a 1700msnm. La floración en la época de diciembre a marzo puede ser atacada solo en árboles que presentan la sintomatología total de la enfermedad. Incluso puede estar presente todo el año en cualquier parte de los órganos del árbol. Los árboles que tienen una excelente nutrición pueden enmascarar la enfermedad y por ende la sintomatología de la misma. (Campos-Rojas et al. 2011)

2.5.3 Control

Se sugiere utilizar material de propagación proveniente de sitios de producción certificados, con una excelente sanidad tanto del patrón como del tallo portayemas a utilizar. (Campos-Rojas et al. 2011)

Eliminar todo árbol que presente los síntomas de ataque del viroide, es decir aquellas plantas en las que se evidencie la presencia de la enfermedad. Se debe desinfectar el tronco y la sepa. Para plantas asintomáticas se requiere realizar un monitoreo continuo para observar su comportamiento. (Campos-Rojas et al. 2011)

El viroide puede tener un alto grado de transmisión durante la poda de árboles que presentan la enfermedad al utilizar la herramienta en la poda de árboles sanos. Es necesario desinfectar las herramientas de trabajo y todo equipo que se utilice antes

de iniciar el trabajo con un árbol nuevo para evitar propagar la enfermedad.
(Campos-Rojas et al. 2011)

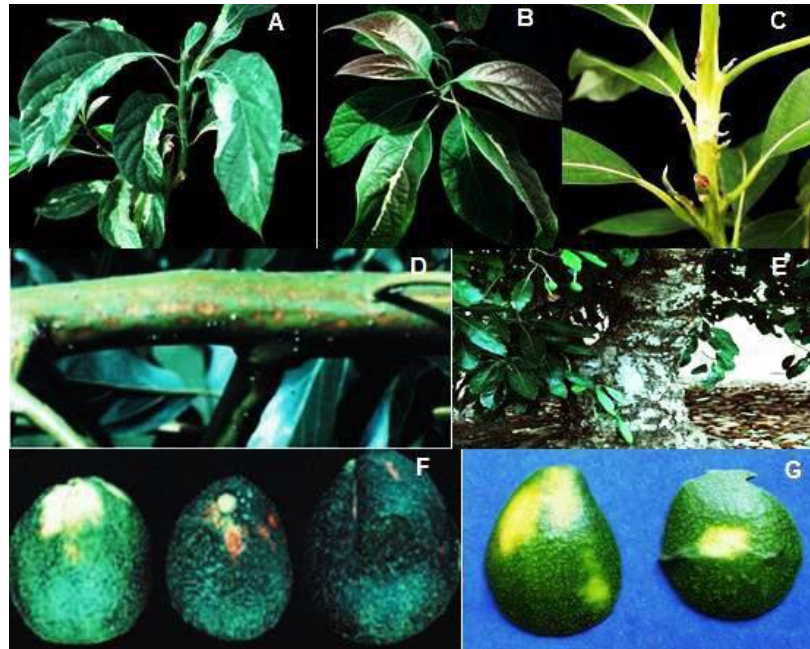


Gráfico 3. Síntomas característicos de ASBVd en planta y fruto de aguacate (*Persea americana*).
A) Hojas deformes con variegación. B) Hojas con blanqueado en vena. C) Brote con collar blanco de estrías cloróticas. D) Rama con moteado necrótico. E) Corteza de tronco con “piel de cocodrilo”. F-G) Frutos con estrías y hendiduras blancas, amarillas y necróticas (CABI, 2008)
Fuente: (SENASICA-CNRF 2018)

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se siguió una línea de investigación de tipo académica la cual va dirigida a especialistas de una determinada materia que desde el punto de vista metodológico y formal cumpliría con requisitos establecidos en el campo académico ya sea por Centros de Investigación, Universidades (como en el caso de la UTC) en donde se planteó la problemática a investigar, se desarrolló y se presentó para su revisión. (Calduch 2014)

Su finalidad es la acreditación de un conocimiento satisfactorio de los aspectos científicos del tema elegido y de los pasos que se siguieron para alcanzarlo. Este tipo de investigaciones se realizan para que el investigador alcance el grado de especialización requerido para abordar la investigación al más alto nivel. Su valoración se realizó por expertos en la materia y bajo la dirección de un director acreditado. (Calduch 2014)

3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación de Análisis de Riesgo de Plagas por Plaga, se realizó siguiendo la metodología de investigación documental descriptiva, la cual se realizó en base a una exposición detallada de la realidad que se investigó sobre el tema planteado (viroide ASBVd) (Calduch 2014), apoyado en la recopilación de

antecedentes a través de documentos e información bibliográfica disponible. Los materiales de consulta fueron fuentes bibliográficas como manuales, libros de texto, tesis, Guías de trabajo, artículos de revistas científicas, datos estadísticos. Se describieron los eventos, tal cual se fueron revisando con las bases bibliográficas consultadas, sin introducir modificaciones para llegar a las conclusiones en base a los objetivos específicos planteados. (Rojas 2015).

3.3 TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Las fuentes de información que se utilizan en las investigaciones se denominan Unidades Conservatorias de Información tomando en cuenta que pueden ser documentos, instituciones, bibliografías, publicaciones, estados de arte, tesis, bases de datos, fuentes electrónicas ubicadas en la red web, etc., y que tienen como función almacenar o contener información. (Rojas 2011)

Un documento se constituye de dos partes: el soporte documental que es el material físico en el cual se presenta el documento y la información que el mismo contiene. (Rojas 2011)

Se aplicó la técnica de Investigación Documental de Recuperación por el tipo de documentos revisados para sustentar la investigación realizada (textos, libros, artículos de revistas científicas, datos estadísticos). (Rojas 2011)

Se procedió de la siguiente manera para la realización del trabajo de investigación con base a la bibliografía consultada: se inició la Etapa I del ARP con la determinación de la situación de la plaga en nuestro país, se identificó el área del ARP para identificar el nivel de riesgo y las medidas fitosanitarias que correspondan, se revisó si existen requisitos fitosanitarios ya establecidos o ARP previos a la presente revisión, se categorizó a la plaga en base a la información recopilada en la ficha técnica correspondiente, y se concluyó esta etapa determinando si la plaga tenía o no el potencial de ser plaga cuarentenaria. Posteriormente se desarrolló la Etapa II del ARP que consistió en Evaluar el riesgo de la plaga, su probabilidad de introducción y dispersión, su probabilidad de establecimiento, las consecuencias económicas potenciales de su introducción, los

efectos directos e indirectos que puede provocar, para llegar a la conclusión de considerar el nivel de riesgo (alto, medio, bajo) de la plaga. Para esta etapa se elaboraron cuadros auxiliares para evaluar los parámetros que ayudaron a determinar los niveles de riesgo de la plaga ASBVd, los cuales constan como anexos del trabajo realizado. En la Etapa III se evaluó y se eligieron las medidas fitosanitarias apropiadas para reducir la probabilidad de introducción de la plaga a nuestro país. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

Se utilizó como herramienta para la descripción indicada la “Guía de Trabajo para la elaboración de Análisis de Riesgo de Plagas (ARP) por plaga”, aprobada mediante Resolución 0002 por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario el 2020-01-03, que la convierte en ley de la República. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020), la cual se detalla a continuación:

3.3.1 Metodología de Análisis de Riesgo de Plagas por Plaga

El proceso de Análisis de Riesgo de Plagas por Plaga se puede iniciar debido a la identificación de una plaga cuarentenaria que pueda requerir medidas fitosanitarias que mitiguen el riesgo de introducción y dispersión en un área determinada.

El nivel taxonómico para la plaga considerada en el estudio de Análisis de Riesgo, se considera a nivel de género y especie. El uso de un nivel taxonómico superior o inferior deberá justificarse con argumentos científicos sólidos.

3.3.1.1 Etapa I. Inicio del proceso de ARP

3.3.1.1.1 Evento iniciador

El proceso de Análisis de Riesgo de Plagas por Plaga será iniciado a partir de la identificación de alguna de las siguientes situaciones:

- a. Aparición de una situación de emergencia al descubrirse una infestación establecida o un brote de una plaga nueva.
- b. Aparición de una situación de emergencia al interceptarse una plaga nueva en un producto básico importado.

- c. Identificación del riesgo de una plaga nueva mediante investigación científica.
- d. Presión de introducción de una plaga en un área.
- e. Identificación de que una plaga es más perjudicial en un área distinta de su área de procedencia.
- f. Intercepción de una plaga en repetidas ocasiones.
- g. Identificación de un organismo como vector de otras plagas.

3.3.1.1.2 Identificación del área del ARP

El área de ARP deberá definirse con la mayor precisión posible, con la finalidad de identificar el nivel de riesgo y las medidas fitosanitarias adecuadas.

3.3.1.1.3 Análisis de requisitos fitosanitarios establecidos o ARP previos

Se deberá comprobar si la plaga se ha sometido anteriormente a un proceso de Análisis de Riesgo de Plagas, sea en el ámbito nacional o internacional y si existe un estudio de Análisis de Riesgo de Plagas, se verificará su validez, dado que las circunstancias y la información pueden haber cambiado. También se deberá analizar la posibilidad de utilizar un Análisis de Riesgo de Plagas correspondiente a una plaga de similares características, con lo que podría eliminarse, en parte o totalmente, la necesidad de un Análisis de Riesgo de Plagas nuevo.

3.3.1.1.4 Categorización de la plaga

En esta etapa es necesario incluir información sobre la categorización de la plaga en estudio de acuerdo a la información de la ficha técnica (Anexo 1, documento que forma parte integrante de la presente Guía).

3.3.1.1.5 Conclusión de la Etapa I

Al final de la primera etapa se habrán identificado los justificativos correspondientes para iniciar el Análisis de Riesgo de Plagas, el área del Análisis de Riesgo de Plagas y si se ha determinado que la plaga tiene el potencial de ser una plaga cuarentenaria para el país, se deberá continuar el proceso de Análisis de Riesgo de Plagas.

3.3.1.2 Etapa II. Evaluación del riesgo de plagas

Según la NIMF No. 11, los países deberán decidir qué nivel del riesgo es aceptable para ellos considerando por ejemplo las pérdidas económicas estimadas, el nivel del riesgo aceptado por otros países, entre otros.

Antes de iniciar la Etapa II, es necesario mencionar las consideraciones para emitir una calificación del riesgo a cada uno de los parámetros a evaluarse en esta etapa, es así que, según la información técnica – científica confiable recopilada como respaldos bibliográficos, en cada uno de ellos, se deberá otorgar un nivel de riesgo Bajo (1), Medio (2) y Alto (3).

En el caso de no obtener toda la información necesaria para el análisis y evaluación de los parámetros señalados a continuación, el nivel de riesgo se considerará Alto (3).

3.3.1.2.1 Evaluación de la probabilidad de introducción y dispersión

Es necesario señalar que la introducción de la plaga comprende tanto su entrada como su establecimiento. Para evaluar la probabilidad de introducción es necesario un análisis de cada una de las vías con las cuales la plaga puede estar relacionada desde su lugar de origen hasta su establecimiento en el área de Análisis de Riesgo de Plagas.

3.3.1.2.1.1 Probabilidad de la entrada de una plaga.

La probabilidad de entrada de una plaga depende de las vías seguidas desde el país exportador hasta el lugar de destino, de la frecuencia y cantidad de las plagas asociadas con ellas. Mientras existan más vías, habrá mayores probabilidades de que la plaga entre al área de Análisis de Riesgo de Plagas.

Para evaluar la probabilidad de entrada de una plaga al área de Análisis de Riesgo de Plagas se considerarán los siguientes parámetros:

A. Identificación de vías para un ARP iniciado por una plaga.

Las vías pueden identificarse con la distribución geográfica y el rango de hospedante de la plaga. Los envíos de plantas y productos vegetales que son objeto de comercio internacional son las vías de interés primordial y las modalidades de ese comercio determinarán, en una medida considerable, que vías son pertinentes. Cuando sea apropiado, deberán tenerse en cuenta otras vías, como otros tipos de productos básicos, materiales de empaque, personas, equipaje, correo, transporte e intercambio de material científico. También deberá evaluarse la entrada por medios naturales, debido a que la dispersión natural posiblemente reduzca la eficacia de las medidas fitosanitarias.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos que se muestran en el Cuadro 1, de la presente Guía.

B. Probabilidad de que la plaga esté asociada con la vía en el lugar de origen.

Para analizar este parámetro se deberá considerar la prevalencia de la plaga en las áreas de origen y/o procedencia, estados de desarrollo de la plaga presentes en productos básicos o medios de transporte, volumen y frecuencia de movilizaciones a lo largo de la vía, época del año en la que la plaga se encuentra presente, manejo de las plagas y del cultivo en el lugar de origen.

La calificación estará dada de acuerdo al Cuadro 1, de la presente Guía.

C. Probabilidad de supervivencia durante el transporte o almacenamiento.

La información de condiciones, tiempo del transporte y almacenamiento, capacidad de supervivencia de los estados de desarrollo de la plaga durante el transporte y almacenamiento, prevalencia de plagas probablemente asociadas con un envío, son esenciales para evaluar este punto.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos en el Cuadro 1, de la presente Guía.

D. Probabilidad de que la plaga sobreviva los procedimientos de manejo de plagas.

Se deberá considerar la capacidad de supervivencia de la plaga a las medidas fitosanitarias aplicadas en el país de origen y destino, así como la capacidad de ser detectada durante los procesos de inspección.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos en el Cuadro 1, de la presente Guía.

E. Probabilidad de transferencia a un hospedante apropiado.

Los factores a documentar son mecanismos de dispersión de la plaga como vectores, evaluar uno o varios puntos de destino, existencia de especies hospedantes cercanas a los puntos de ingreso, tiempo del año en el que se realiza la importación, uso previsto del producto y manejo de subproductos y desechos.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos en el Cuadro 1, de la presente Guía.

3.3.1.2.1.2 Conclusión de la probabilidad de entrada de la plaga.

Con la sumatoria de los niveles de riesgo determinados en los cinco parámetros, en el siguiente cuadro de resumen, se determinará un nivel de riesgo total en base a los rangos numéricos definidos.

Cuadro 1. Evaluación de la probabilidad de la entrada de una plaga

Parámetros	Nivel del Riesgo
Identificación de vías para un Análisis de Riesgo de Plagas iniciado por una plaga	B (1), M (2), A (3)
Probabilidad de que la plaga esté asociada con la vía en el lugar de origen	B (1), M (2), A (3)
Probabilidad de supervivencia durante el transporte o almacenamiento	B (1), M (2), A (3)
Probabilidad de que la plaga sobreviva los procedimientos de manejo de plagas	B (1), M (2), A (3)
Probabilidad de transferencia a un hospedante apropiado	B (1), M (2), A (3)
Total	B, M, A (5 a 15)

Bajo: 5 – 7, Medio: 8 – 11, Alto: 12 – 15

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

3.3.1.2.1.3 Probabilidad de establecimiento.

Con el fin de calcular la probabilidad de establecimiento de una plaga, deberá obtenerse información biológica confiable (estado de desarrollo, rango del hospedante, epidemiología, supervivencia, entre otras) de las áreas en las que actualmente está presente la plaga y comparar la situación con el área de Análisis de Riesgo de Plagas, para lo cual es necesario considerar la disponibilidad, cantidad y distribución de especies hospedantes en el área de ARP, adaptabilidad al medio ambiente en el área de Análisis de Riesgo de Plagas, potencial de adaptación de la plaga, estrategia reproductiva de la plaga, método de supervivencia de la plaga, prácticas de cultivo y medidas de control.

A. Disponibilidad de hospedantes apropiados en el área de Análisis de Riesgo de Plagas.

Los factores a considerarse son: la presencia, cercanía y distribución de especies hospedantes principales, hospedantes secundarios o alternativos y la presencia de vectores o su posible introducción al área de Análisis de Riesgo de Plagas.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos en el Cuadro 2, de la presente Guía.

B. Adaptabilidad al medio ambiente

Se deberá identificar los factores de adaptabilidad de la plaga al lugar de destino de la vía como campo abierto, invernadero, laboratorios que son decisivos para el desarrollo de la plaga, de su especie hospedante o de su vector y para su capacidad de sobrevivir a periodos de condiciones climáticas rigurosas y completar su estado de desarrollo.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos en el Cuadro 2, de la presente Guía.

C. Prácticas de cultivo y medidas de control.

Considerar y comparar las prácticas de manejo de los cultivos hospedantes (prácticas culturales, tratamientos fitosanitarios, etc.) del país de origen, con las del país de destino que la falta de su aplicación favorezca al establecimiento de la plaga en el área de Análisis de Riesgo de Plagas.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos en el Cuadro 2, de la presente Guía.

D. Otras características de las plagas que influyen en la probabilidad de establecimiento.

Documentar la estrategia reproductiva, método de supervivencia, adaptabilidad genética y población mínima necesaria para el establecimiento de la plaga.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos en el Cuadro 2, de la presente Guía.

3.3.1.2.1.4 Conclusión de la Probabilidad de establecimiento.

Con los niveles de riesgo determinados en los cuatro parámetros, en el siguiente cuadro de resumen, se determinará un nivel acumulado en base a los rangos numéricos definidos.

Cuadro 2. Evaluación de la probabilidad de establecimiento.

Probabilidad	Nivel de Riesgo
Disponibilidad de hospedantes apropiados en el área de Análisis de Riesgo de Plagas.	B (1), M (2), A (3)
Adaptabilidad al medio ambiente	B (1), M (2), A (3)
Prácticas de cultivo y medidas de control	B (1), M (2), A (3)
Otras características de las plagas que influyen en la probabilidad de establecimiento	B (1), M (2), A (3)
Total	B, M, A (4 a 12)

Bajo: 4 – 6, Medio: 7 – 9, Alto: 10 – 12

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

3.3.1.2.1.5 Probabilidad de dispersión después del establecimiento.

Para evaluar la probabilidad de dispersión de una plaga establecida, se deberá obtener información del medio ambiente natural o modificado de las áreas donde la plaga está presente actualmente, para evaluar la capacidad de sobrevivencia y dispersión natural de la plaga, la presencia de obstáculos naturales, su potencial de movilización con productos básicos o medios de transporte, el uso destinado del producto, vectores potenciales de la plaga en el área de Análisis de Riesgo de Plagas y enemigos naturales potenciales de la plaga en el área de Análisis de Riesgo de Plagas.

3.3.1.2.1.6 Conclusión de la Probabilidad de dispersión después del establecimiento

Al establecerse un solo parámetro de evaluación para la probabilidad de dispersión después del establecimiento, la calificación estará definida en base a los rangos numéricos obtenidos de acuerdo a la siguiente tabla:

Probabilidad de dispersión después del establecimiento	Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)
---	----------	-----------	----------

3.3.1.2.1.7 Conclusión sobre la probabilidad de introducción y dispersión

Se deberá reunir las tres probabilidades evaluadas para realizar la sumatoria de estas, con el fin de calificar e identificar el nivel del riesgo de la probabilidad de introducción y dispersión de la plaga evaluada.

Cuadro 3. Evaluación la probabilidad de introducción y dispersión

Parámetros	Nivel de Riesgo
Probabilidad de la entrada de una plaga	B, M, A (5 a 15)
Probabilidad de establecimiento	B, M, A (4 a 12)
Probabilidad de dispersión después del establecimiento	B, M, A (1 a 3)
Total acumulado	B, M, A (10 a 30)

Bajo: 10 - 16 Medio: 17 - 23 Alto: 24 – 30

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

3.3.1.2.2 Evaluación de las consecuencias económicas potenciales.

Para determinar la importancia económica potencial de la plaga, podrá obtenerse información cualitativa sobre la plaga y sus plantas hospedantes potenciales. En muchos casos, no es necesario un análisis detallado de las consecuencias económicas estimadas si existen evidencias suficientes o, en opinión general, la

introducción de una plaga tendría consecuencias económicas inaceptables (incluyendo, consecuencias ambientales). En tales casos, la evaluación del riesgo se centrará principalmente en la probabilidad de introducción y dispersión.

3.3.1.2.2.1 Efectos de la plaga.

Para evaluar la importancia económica potencial de la plaga deberá obtenerse información de las áreas donde la plaga está presente en forma natural o se ha introducido. Los efectos examinados pueden ser directos o indirectos.

A. Efectos directos de la plaga

Para determinar y caracterizar los efectos directos de la plaga sobre cada una de las especies hospedantes potenciales en el área de Análisis de Riesgo de Plagas, se deberá considerar la siguiente información:

- a) Plantas hospedantes conocidas o potenciales (en el campo, en cultivos protegidos o en la naturaleza).
- b) Tipos, cuantía y frecuencia de los daños.
- c) Pérdidas de cultivos, en producción y calidad
- d) Factores bióticos (adaptabilidad y virulencia de la plaga) que influyen en los daños y las pérdidas.
- e) Factores abióticos (clima) que influyen en los daños y las pérdidas.
- f) Tasa de dispersión.
- g) Tasa de reproducción.
- h) Medidas de control (incluidas las medidas existentes), su eficacia y su costo.
- i) Efectos sobre las prácticas de producción vigentes.
- j) Efectos sobre el medio ambiente.

Para cada una de las especies hospedantes potenciales, deberá calcularse la superficie total del cultivo y el área potencialmente en peligro, en relación con los elementos mencionados anteriormente.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos en el Cuadro 3, de la presente Guía.

B. Efectos indirectos de la plaga.

Para determinar y caracterizar los efectos indirectos de la plaga en el área de Análisis de Riesgo de Plagas o los efectos que no son específicos de una especie hospedante, podrán tenerse en cuenta los ejemplos siguientes:

- a) Efectos sobre los mercados internos y de exportación, en particular los efectos sobre el acceso a los mercados de exportación. Deberán calcularse las consecuencias potenciales que podría tener el establecimiento de la plaga para el acceso a los mercados. Para ello es necesario examinar la amplitud de cualesquiera reglamentaciones fitosanitarias que se hayan impuesto (o que probablemente impondrán) los países importadores.
- b) Cambios en el costo para los productores o en la demanda de insumos.
- c) Cambios en la demanda interna o externa de consumo de un producto como resultado de variaciones en la calidad.

La calificación del parámetro se determina de acuerdo a los rangos numéricos en el Cuadro 3, de la presente Guía.

3.3.1.2.2 Conclusiones de la Evaluación de las consecuencias económicas.

Con el resultado obtenido en los efectos directos y efectos indirectos de la plaga, se deberá realizar la sumatoria total, con el fin de calificar e identificar el nivel del riesgo de las consecuencias económicas potenciales.

En el siguiente cuadro se cita los niveles de riesgo de acuerdo a los rangos numéricos obtenidos en los parámetros evaluados:

Cuadro 4. Evaluación de las Consecuencias económicas.

Parámetros	Nivel del Riesgo
Efectos directos de la plaga	B (1), M (2), A (3)
Efectos indirectos de la plaga	B (1), M (2), A (3)
Total acumulado	B, M, A (2 a 6)

Bajo: 2, Medio: 3 – 4, Alto: 5 – 6

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

3.3.1.2.3 Conclusión de la etapa II. Evaluación del riesgo de plagas

Como resultado de la evaluación del riesgo de la plaga, la misma se podrá considerar apropiada para el manejo del riesgo, donde se considerará los niveles del riesgo acumulados para Evaluación de la probabilidad de introducción y dispersión y evaluación de las consecuencias económicas potenciales.

En el siguiente cuadro se citan los niveles de riesgo obtenidos en los parámetros evaluados con los cuales se deberá realizar una sumatoria total y de acuerdo a los rangos obtenidos se establecerá el nivel de riesgo:

Cuadro 5. Evaluación del Riesgo de Plagas

Parámetros	Nivel de Riesgo
EVALUACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE INTRODUCCIÓN Y DISPERSIÓN	B, M, A (10 a 30)
EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS ECONÓMICAS POTENCIALES	B, M, A (2 a 6)
Total acumulado	B, M, A (12 a 36)

Bajo: 12 – 19, Medio: 20 – 28, Alto: 29 – 36

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

3.3.1.3 Etapa III. Manejo del riesgo.

El manejo del riesgo de plagas para plagas cuarentenarias se define como la evaluación y selección de opciones para disminuir el riesgo de introducción y dispersión de una plaga. (NIMF No. 11).

El principio rector para el manejo del riesgo, será conseguir el grado necesario de seguridad, el cual deberá estar justificado y viable dentro de los límites de las opciones y recursos disponibles.

3.3.1.3.1 Análisis para la mitigación del riesgo.

En base a los valores de evaluación obtenidos en la conclusión de la etapa II, la plaga obtendrá un nivel de riesgo bajo, medio, alto y de acuerdo a este resultado se requerirá la aplicación de diferentes niveles de medidas fitosanitarias de mitigación como se explica a continuación:

Bajo: La plaga no requiere la aplicación de mitigaciones específicas, la inspección documental y de sus vías en los puntos de control, provee suficiente seguridad fitosanitaria.

Medio: La plaga requiere alguna medida fitosanitaria, adicional a la inspección en los puntos de control.

Alto: La plaga requiere la aplicación de una o varias medidas fitosanitarias específicas, además de la inspección de sus vías en los puntos de control.

3.3.1.3.2 Identificación y selección de opciones apropiadas con respecto al manejo del riesgo.

Deberán elegirse medidas fitosanitarias apropiadas teniendo en cuenta su eficacia para reducir la probabilidad de introducción de la plaga. La elección deberá basarse en las consideraciones siguientes, entre las que se incluyen varios principios fitosanitarios:

- A. Medidas fitosanitarias de eficacia y viabilidad demostradas.
- B. Principio de las “repercusiones mínimas”
- C. Reevaluación de requisitos anteriores
- D. Principio de “equivalencia”
- E. Principio de “no discriminación”

3.3.1.3.2.1 Opciones con respecto a los envíos.

Las medidas pueden incluir cualquier combinación de las opciones siguientes:

- a. Inspección o pruebas para verificar la ausencia de una plaga o de la tolerancia a una plaga determinada; el tamaño de la muestra deberá ser

adecuado para que dé como resultado una probabilidad aceptable de detección de la plaga.

- b. Prohibición de partes de la especie hospedante.
- c. Sistema de cuarentena antes o posterior a la entrada, cabe considerar que esta es la forma más intensiva de inspección o prueba cuando estén a disposición las instalaciones y recursos apropiados, y puede que este sistema sea la única opción para ciertas plagas que no se pueden detectar en la entrada.
- d. Condiciones especificadas de preparación del envío (por ejemplo, manipulación para prevenir la infestación o re infestación).
- e. Tratamiento especificado del envío, los tratamientos de este tipo se aplican después de la cosecha y pueden incluir métodos químicos, térmicos, de irradiación u otros métodos físicos.
- f. Restricciones al uso final, la distribución y los períodos de entrada del producto básico.

3.3.1.3.2.2 Opciones para prevenir o reducir la infestación original en el cultivo.

Entre las medidas pueden incluirse las siguientes:

- a. Tratamiento del cultivo, campo o lugar de producción.
- b. Restricción de la composición de un envío, de manera que esté integrado por plantas pertenecientes a especies resistentes o menos sensibles.
- c. Cultivo de plantas en entornos especialmente protegidos (invernaderos, aislamiento).
- d. Recolección de las plantas a una determinada edad o en una época específica del año.

3.3.1.3.2.3 Opciones para garantizar que el área, lugar o sitios de producción estén libres de la plaga.

Entre las medidas pueden incluirse las siguientes:

- a. Área libre de plagas.
- b. Lugar de producción libre de plagas o sitio de producción libre de plagas
- c. Inspección del cultivo para confirmar que está libre de plagas.

3.3.1.3.2.4 Opciones para otros tipos de vías.

- a. Para diversos tipos de vías, también se pueden utilizar o adaptar las medidas consideradas anteriormente para plantas y productos vegetales con el fin de detectar la plaga en el envío o para prevenir la infestación del envío, por lo que deberá considerarse los factores a continuación:
- b. Dispersión natural de una plaga incluye la movilización de la plaga a través del vuelo, dispersión del viento, transportada por vectores tales como los insectos o pájaros y la migración natural. Si la plaga entra al área de Análisis de Riesgo de Plagas por medio de dispersión natural, o tiene la posibilidad de entrar en un futuro inmediato, las medidas fitosanitarias pueden tener poco efecto. Se podrían considerar las medidas de control aplicadas en el área de origen. Análogamente se podría considerar la contención o erradicación, apoyada por la supresión y vigilancia, en el área de Análisis de Riesgo de Plagas después de la entrada de la plaga.
- c. Las medidas para los viajeros y sus equipajes pueden incluir inspecciones objetivo, publicidad y multas o incentivos. En pocos casos, pueden ser posibles los tratamientos.
- d. Las maquinarias o medios de transporte contaminados (barcos, trenes, aviones, transporte por carretera) pueden estar sujetos a limpieza o desinfestación.

3.3.1.3.2.5 Opciones dentro del país importador.

También se pueden utilizar algunas medidas aplicadas dentro del país importador. Estas pueden incluir vigilancia, programas de erradicación y/o acciones de contención para limitar la dispersión.

3.3.1.3.2.6 Prohibición de productos básicos.

Si no es posible encontrar medidas satisfactorias para reducir el riesgo a un nivel aceptable, la opción final puede ser prohibir la importación de los productos en cuestión. Esta opción deberá considerarse una medida de última instancia y se estudiará teniendo en cuenta la eficacia prevista, especialmente en aquellos casos en que pudiera haber incentivos considerables para la importación ilícita.

3.3.1.4 Certificados Fitosanitarios y otras medidas de cumplimiento.

La expedición de certificados fitosanitarios de exportación ofrece la garantía oficial de que un envío se considera libre de la plaga cuarentenaria especificada y conforme a los requisitos fitosanitarios de importación vigentes de la parte contratante importadora. Puede ser precisa una declaración adicional en la que se indique que se ha aplicado una determinada medida. Podrán utilizarse otras medidas de cumplimiento, sujetas a acuerdos bilaterales o multilaterales.

3.3.1.5 Conclusión de la etapa III. Manejo del riesgo

De acuerdo a las opciones de manejo identificadas, se debe establecer un conjunto de medidas fitosanitarias que mitiguen el riesgo de introducción y dispersión de plagas cuarentenarias al país.

3.3.1.6 Manejo de la incertidumbre.

La NIMF No. 11 menciona que la determinación de la probabilidad de introducción de plagas y sus consecuencias económicas con lleva muchas incertidumbres, es así que la falta de conocimiento seguro y claro sobre una plaga, como la falta de datos, datos incompletos, incoherentes o contradictorios, documentación antigua o aspectos relevantes a considerarse en el estudio de ARP, se pueden definir como incertidumbre, la cual incrementa el nivel de riesgo, es así que mientras mayor sea la incertidumbre mayor será el nivel de riesgo, como ejemplo explicativo se hace referencia a las fuentes de información bibliográfica en el Análisis de Riesgo de

Plagas, si no existe suficiente información sobre uno de los aspectos a evaluarse, el nivel de riesgo siempre será alto.

En conclusión, la documentación de las incertidumbres en el estudio de ARP es fundamental y necesaria para aumentar el nivel de transparencia y también puede ser útil para determinar las necesidades de investigación y establecer un orden de prioridades al respecto.

3.3.1.7 Documentación del Análisis de Riesgo de Plagas.

El proceso íntegro del estudio de Análisis de Riesgo de Plagas, desde el inicio hasta el manejo del riesgo, deberá estar suficientemente documentado, de manera que cuando se plantee un examen o surja una controversia, se pueda demostrar claramente las fuentes de la información y los principios utilizados para adoptar la decisión con respecto al manejo del riesgo.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS

El proceso de Análisis de Riesgo de Plagas por Plaga se realizó con base a la aplicación de la Guía de Trabajo para la elaboración de Análisis de Riesgo de Plagas (ARP) por plaga”, aprobada mediante Resolución 0002 de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario el 2020-01-03. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020), lo que la convierte en normativa de aplicación obligatoria y, se inició tomando en cuenta la identificación de la plaga Avocado Sunblotch Viroid (ASBVd) como el agente causal de la enfermedad Mancha Solar del aguacate (*Persea americana*). Esta plaga es cuarentenaria para nuestro país y requiere del establecimiento de medidas fitosanitarias que mitiguen el riesgo de introducción y dispersión a territorio ecuatoriano. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2017)

4.1 Inicio del Proceso de ARP

4.1.1 Evento Iniciador

El proceso de Análisis de Riesgo de Plagas por Plaga se inició a partir de la Identificación del Riesgo de una plaga nueva mediante investigación científica, ya que ASBVd es una plaga que no se encuentra presente en Ecuador. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

4.1.2 Identificación del Área del ARP

Se definió como área de ARP a todo el territorio ecuatoriano debido a que tiene puntos de control fronterizos aéreos (Quito, Guayaquil, Latacunga), terrestres (Carchi, Esmeraldas, Sucumbios, El Oro, Loja) y marítimos (Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro), tanto legales como clandestinos, por donde podría ingresar la plaga. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2014)



Gráfico 4. Mapa de ubicación de los puntos de ingreso de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados autorizados de Ecuador.

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2014), (Mapa político del Ecuador (en línea) 2021)

4.1.3 Análisis de requisitos fitosanitarios establecidos o ARP previos

La plaga ASBVd no ha sido sometida anteriormente a un Análisis de Riesgo de Plagas previo. Se llevó a cabo un estudio puntual del viroide en la provincia del Carchi por Falcón en el año 2015 (Falcón 2015), donde se determinó que ASBVd no se encontraba presente en la zona de estudio seleccionada. De acuerdo a la lista

de plagas cuarentenarias publicada por la Agrocalidad en el año 2017, Avocado Sunblotch Viroid es una plaga cuarentenaria que no está presente en Ecuador por lo que se hizo necesario realizar el presente ARP por plaga. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2017)

Agrocalidad estableció requisitos provisionales para la importación de tallos portayemas de aguacate provenientes de Perú, los cuales se detallan a continuación (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020):

Certificado Fitosanitario de Exportación otorgado por la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF) de Perú, que consigne lo siguiente:

Declaración adicional:

“Los tallos porta yemas de aguacate (*Persea americana*) originarios de Perú provienen del sitio de producción Inversiones Agrícolas Olmos S.A.C., ubicado en Distrito Olmos (s/n) - Provincia Lambayeque - Departamento Lambayeque - Perú, sitio de producción aprobado por la ONPF de Perú.

“Los tallos porta yemas de aguacate (*Persea americana*) originarios de Perú vienen libres de Avocado Sunblotch Viroid (ASBVd) de acuerdo al análisis de laboratorio No. “.....” (Escribir el número de diagnóstico de laboratorio)” (Requisito obligatorio solicitado por la Agencia para el ingreso de los tallos portayemas sin el cual el material puede ser devuelto al país de origen).

- Tratamiento fitosanitario preventivo a los tallos porta yemas en pre embarque con:
- Tratamiento de desinfestación por inmersión con Imidacloprid 30% + Abamectina 2,8%, SC en dosis de 0,3 ml/l de agua u otro producto de similar acción en dosis adecuadas.

- Tratamiento de desinfección por inmersión con Clorothalonil 72% + Metalaxil 9%, FS en dosis de 1,5g/l de agua u otro producto de similar acción en dosis adecuadas.

- Al arribo a Ecuador los tallos porta yemas de aguacate (*Persea americana*) originarios de Perú, ingresarán a cuarentena pos entrada en el sitio de producción Cochapamba, ubicado en el km 4,5 vía a la Costa, ciudad Catamayo, sector Cochapamba, Cantón Catamayo, Provincia de Loja - Ecuador, lugar que deberá

estar registrado por Agrocalidad como sitio de cuarentena pos entrada, en el cual se efectuarán inspecciones de verificación cada 2 meses hasta completar 1 año, tiempo que durará la cuarentena; si durante la fase de cuarentena se sospecha de la presencia de plagas, se realizará la toma de muestras para el respectivo análisis, el costo del análisis de laboratorio deberá ser asumido por el importador; si se llegan a identificar plagas cuarentenarias para Ecuador, todo el material vegetal importado será destruido según la norma vigente y se notificará a la ONPF de Perú.

- Los requisitos fitosanitarios indicados son provisionales y establecidos por única vez; de requerir importar nuevamente el material propagativo de este país de origen, se deberá realizar mediante requisitos fitosanitarios de importación definitivos a través de un estudio de Análisis de Riesgo de Plagas (ARP).

El envío debe venir libre de suelo y cualquier material extraño.

El envío estará contenido en empaques nuevos de primer uso y deben estar libres de cualquier material extraño.

Inspección fitosanitaria en el punto de ingreso. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

En el 2015, la ONPF de Costa Rica, emitió la resolución DSFE-11-2015 como Medida Fitosanitaria para el establecimiento de requisitos fitosanitarios para la importación de fruta fresca de Aguacate de país de origen México, donde en la parte medular en que se menciona a ASBVd encontró los siguientes requisitos: el producto del país de origen provendrá de un lugar libre de Avocado Sunblotch Viroid previamente reconocido por el Servicio Fitosanitario del Estado de Costa Rica. Se enviarán frutos a los viveros del SFE para su plantación y posterior análisis de laboratorio y determinar que estén libres de ASBVd por parte del laboratorio oficial. (Servicio Fitosanitario del Estado 2015)

4.1.4 Categorización de la Plaga

La plaga ASBVd, fue categorizada de acuerdo a lo descrito en la Ficha Técnica que se desarrolló para tal efecto, de acuerdo a lo que se estableció en la Guía

desarrollada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, y que se encuentra en el Anexo 1 del presente trabajo. Dicha categorización es la siguiente:

Grupo: Viruses

Dominio: Riboviria

Familia: Avsunviroidae

Género: Avsunviroid

Especie: Avocado sunblotch viroid

Acrónimo: ASBVd

(Di Serio et al. 2018)

El viroide ASBVd es del tipo ARN, circular, monocatenario (246 a 249 nucleótidos), covalente, cerrada con un alto grado de vinculación (67%) entre bases antiparalelas, no está asociada a ninguna partícula proteica, afecta principalmente a aguacate, es portador de distintas variantes como ASBVd-B, ASBVd-V y ASBVd-SC. (Campos-Rojas et al. 2011) (SENASICA-CNRF 2018)

4.1.5 Conclusión de la Etapa I

Luego de revisar la información preliminar y los justificativos correspondientes, como el hecho que ASBVd es una plaga cuarentenaria la cual no está presente en Ecuador, que tiene el potencial de ser una plaga cuarentenaria para el país por su cercanía con Perú de donde se importa tallos portayemas de aguacate con requisitos provisionales y donde consta que se requiere de un estudio de Análisis de Riesgo de Plagas, se continuó con el proceso de ARP para ASBVd.

4.2 Evaluación del riesgo de plagas

4.2.1 Probabilidad de la entrada de la plaga

4.2.1.1 Identificación de vías para un ARP iniciado por una plaga

De acuerdo al análisis que se realizó, utilizando como base la Guía de trabajo para la realización de ARP por plaga, la transmisión del viroide se realiza por transmisión mecánica al emplear herramientas sin desinfección, por el uso de

material de propagación como plantas, semillas, tallos portayemas, frutos que provengan de plantas infectadas y por polen por lo que su nivel de riesgo es Alto, de acuerdo a los requisitos provisionales establecidos por la Agencia para una importación de tallos portayemas de aguacate provenientes de Perú, lo que se muestra en el cuadro 6 del presente trabajo. (Campos-Rojas et al. 2011)

4.2.1.2 Probabilidad de que la plaga este asociada con la vía en el lugar de origen

La enfermedad de acuerdo al análisis realizado, afecta a todos los cultivares comerciales de aguacate, siendo las variedades más difundidas en nuestro país Fuerte y Hass; la infección es irreversible y afecta la calidad y cantidad de la fruta. La expresión de la plaga se puede presentar en cualquier parte de los órganos del árbol como ramas, troncos, hojas, frutos, durante todo el año y no existe un conocimiento específico de que en los países de origen del material vegetativo se realice un manejo de los lotes de producción para la enfermedad por lo que se considera que el nivel de riesgo para este parámetro es Alto, de acuerdo al análisis que se encuentra descrito en el cuadro 6. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario 2020), (Flores et al. 2000), (Campos-Rojas et al. 2011)

4.2.1.3 Probabilidad de Supervivencia durante el transporte o almacenamiento

Por el tipo de organismo plaga del cual se analizó la bibliografía utilizada para el presente trabajo, el viroide ASBVd, es capaz de sobrevivir a las condiciones de transporte (aéreo, marítimo, terrestre), no se lo ha considerado como un organismo vulnerable y la probabilidad de prevalencia en un envío es alta, por lo que para el parámetro de probabilidad de supervivencia durante transporte y almacenamiento el riesgo es alto, como se muestran de acuerdo a lo que se observa en el cuadro 6.

4.2.1.4 Probabilidad de que la plaga sobreviva los procedimientos de manejo de plagas.

El manejo de la plaga es difícil. Se requiere adquirir material vegetativo importado que provengan de viveros registrados y autorizados por la ONPF del país de origen. No se debe propagar plantas utilizando material propagativo de dudosa procedencia y sin la certificación fitosanitaria correspondiente. Un análisis de laboratorio oficial es el único procedimiento que puede determinar de forma efectiva al viroide ASBVd en material vegetal de importación. Por tanto para este parámetro analizado, el nivel de riesgo es alto, como se lo muestra en el cuadro 6. (SENASICA-CNRF 2018)

4.2.1.5 Probabilidad de transferencia a un hospedante apropiado

Para este parámetro, se evidenció que el material propagativo de aguacate así como sus frutos tienen la capacidad de transportar el viroide y el mismo al introducirse en el país cubriría varias áreas de producción a nivel nacional (valles interandinos). La importación de tallos portayemas, que sería el tipo de material propagativo a ingresar al país, se podría realizar en cualquier época del año. El nivel de riesgo de transferencia a un hospedante apropiado, en este caso de los cultivares de aguacates existentes en el país, es alto, por tanto, el nivel de riesgo de transferencia a un hospedante apropiado es alto, como se lo puede observar en el cuadro 6. (Servicio Agrícola y Ganadero 2020), (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

Cuadro 6. Evaluación de la probabilidad de la entrada de ASBVd a Ecuador.

PARÁMETROS	NIVEL DE RIESGO	JUSTIFICACIÓN DE NIVEL DE RIESGO
Identificación de vías para un Análisis de Riesgo de Plagas iniciado por una plaga	A (3)	La transmisión del viroide puede realizarse por transmisión mecánica, uso de material de propagación como plantas, semillas, tallos portayemas, frutos, plantas infectadas y por polen
Probabilidad de que la plaga esté asociada con la vía en el lugar de origen	A (3)	La enfermedad afecta a todos los cultivares comerciales de aguacate, la infección es irreversible y afecta la calidad y cantidad de la fruta
Probabilidad de supervivencia durante el transporte o almacenamiento	A (3)	Por el tipo de organismo plaga que se analizó el mismo puede sobrevivir a las condiciones de transporte
Probabilidad de que la plaga sobreviva los procedimientos de manejo de plagas	A (3)	Se requiere adquirir material vegetativo de viveros registrados y autorizados por la ONPF del país de origen. Un análisis de laboratorio es el único procedimiento que puede determinar de forma efectiva al viroide ASBVd
Probabilidad de transferencia a un hospedante apropiado	A (3)	El material propagativo de aguacate así como sus frutos tienen la capacidad de transportar el viroide
TOTAL	A (15)	

Bajo: 5 – 7, Medio: 8 – 11, Alto: 12 – 15

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

Elaboración: autor

4.2.1.6 Conclusión de la probabilidad de entrada de la plaga

Al realizar la sumatoria de cada uno de los niveles de riesgo de los cinco parámetros analizados y cuyo detalle descriptivo se presenta en el cuadro 6 del presente trabajo, se observa que el nivel de riesgo total fue Alto, por lo que el riesgo de ingreso de la plaga puede poner en peligro la producción de aguacate a nivel nacional.

4.3 Probabilidad de establecimiento

4.3.1 Disponibilidad de hospedantes apropiados en el área de Análisis de Riesgo de Plagas

Los indicaron que el aguacate es el principal hospedero de ASBVd, ya que El Ecuador cuenta con 7125ha plantadas de aguacate y una producción de 26408TM, de acuerdo a los datos del SIPA del Ministerio de Agricultura y Ganadería, lo que demuestra que, existe la suficiente superficie y producción de aguacate que es el principal hospedante de la plaga en estudio. Esto nos permite determinar que el nivel de riesgo para este parámetro es considerado como Alto, de acuerdo a lo descrito en el cuadro 7 del presente trabajo. (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2020)

4.3.2 Adaptabilidad al medio ambiente

La fruta de aguacate, se produce en los valles interandinos entre los 1800 a 2500 msnm con una temperatura de 22° a 25°C en el día y 15° a 17°C en la noche, con una temperatura promedio de 17°C y una humedad relativa de 50 al 85%. El viroide para expresar la sintomatología requiere de pisos altitudes que se ubiquen entre los 1700 a 2400 msnm y temperaturas entre 18 a 32°C. Las condiciones climáticas de las zonas de producción de la fruta en nuestros valles interandinos, son aptas para que el viroide se pueda desarrollar, por lo que el riesgo de adaptabilidad de la plaga al medio ambiente en nuestro país es considerado como Alto, lo que se puede observar en el detalle del cuadro 7. (Campos-Rojas et al. 2011), (León F. 1999), (Huaraca et al. 2016)

4.3.3 Prácticas de cultivo y medidas de control

La principal práctica de cultivo para el control de la plaga, radicaría en la utilización de árboles certificados, lo que conllevaría una cuidadosa selección de portainjertos, semillas y tallos portayemas, los cuales se deben encontrar libres de la enfermedad. Se deberá retirar del campo aquellos árboles que presenten síntomas de la enfermedad. Se podría realizar la indexación de lotes donde se tenga sospecha de

la enfermedad para la identificación de árboles positivos. Las herramientas utilizadas para los cortes deberán ser esterilizadas entre cada árbol. La inactivación química podría ser eficiente con el uso de hipoclorito de sodio, formaldehído, hidróxido de sodio o peróxido de sodio. Por tanto, se requiere de prácticas de cultivo con personas expertas en el manejo del cultivo, de monitoreo y vigilancia de la plaga y del uso de productos químicos para la desinfección de herramientas, por lo que para este parámetro se considera el nivel de riesgo como Alto, tal como se describe en el cuadro 7 del presente trabajo.. (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria 2009)

4.3.4 Otras características de las plagas que influyen en la probabilidad de establecimiento

La plaga presenta una alta capacidad de trasladarse por medio del material vegetal de propagación, ya sea plantas, semillas, frutos, tallos portayemas y polen, y así afectar los lotes de producción. La plaga se puede mantener en el cultivo todo el tiempo y de acuerdo a la carga viral presente el cultivo puede encontrarse de manera sintomática o asintomática. El nivel de riesgo para este parámetro se considera como Alto como se puede ver la justificación del cuadro 7. (Arellano 2016)

Cuadro 7. Evaluación de la probabilidad de establecimiento de ASBVd en Ecuador.

PARÁMETROS	NIVEL DE RIESGO	JUSTIFICACIÓN DE NIVEL DE RIESGO
Disponibilidad de hospedantes apropiados en el área de Análisis de Riesgo de Plagas	A (3)	Ecuador cuenta con 7 125ha plantadas de aguacate y una producción de 26 408TM
Adaptabilidad al medio ambiente	A (3)	El viroide requiere para expresar la sintomatología de altitudes entre 1700 a 2400 msnm y temperaturas entre 18 a 32°C
Prácticas de cultivo y medidas de control	A (3)	La principal práctica de cultivo radica en la utilización de árboles certificados y esto conlleva una cuidadosa selección de portainjertos, semillas, tallos portayemas, libres de la enfermedad
Otras características de las plagas que influyen en la probabilidad del establecimiento	A (3)	La plaga tiene una alta capacidad de trasladarse por medio del material vegetal de propagación y afectar los lotes de producción
TOTAL	A (12)	

Bajo: 4 – 6, Medio: 7 – 9, Alto: 10 – 12

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

Elaboración: autor

4.3.5 Conclusión de la Probabilidad de establecimiento

La calificación total luego de la valoración correspondiente por cada uno de los parámetros analizados se presenta en el cuadro 7, donde se muestra que el nivel de riesgo para la probabilidad de establecimiento del viroide ASBVd en nuestro país es Alto.

4.4 Probabilidad de dispersión después del establecimiento

Como ya se analizó en párrafos anteriores, las temperaturas ideales para los períodos de floración se encuentran entre los 22-25°C durante el día y 15-17°C durante la noche. Estos rangos de temperatura se presentan en los valles

interandinos de nuestro país, en donde la temperatura promedio es de 17°C. (Huaraca et al. 2016)

El aguacate se ha reconocido como el hospedante principal para este viroide a través del cual puede dispersarse y cuya vía principal de ingreso es el material propagativo, el cual en nuestro país sería destinado a la mejora genética de los lotes actuales de producción e iniciar otros nuevos. Esta plaga no presenta vectores para su dispersión y tampoco se conoce de enemigos naturales para su control por lo que el nivel de riesgo es alto, como se lo puede observar en el cuadro 8 del presente estudio.

Cuadro 8. Probabilidad de introducción y dispersión de ASBVd a Ecuador

PARÁMETROS	NIVEL DE RIESGO
Probabilidad de la entrada de una plaga	A (15)
Probabilidad de establecimiento	A (12)
Probabilidad de dispersión después del establecimiento	A (3)
TOTAL	A (30)

Bajo: 10 - 16 Medio: 17 - 23 Alto: 24 – 30

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

Elaboración: autor

4.4.1 Conclusión sobre la probabilidad de introducción y dispersión

Se recogió el análisis de las tres probabilidades evaluadas, se procedió a la calificación e identificación del nivel de riesgo de la probabilidad de introducción y dispersión de la plaga evaluada. De acuerdo al Análisis de Riesgo de Plagas por plaga realizado, el nivel de riesgo es Alto, como se observa en el cuadro 8.

4.5 Evaluación de las consecuencias económicas potenciales

4.5.1 Efectos de la plaga

4.5.1.1 Efectos directos de la plaga

De las plantas hospedantes conocidas o potenciales, en el país está presente el árbol de canelo (*Cinnamomun zeylanicum*), lo cual está descrito en la ficha técnica de ASBVd que forma parte del anexo 1 del presente estudio.

Los árboles afectados tienen una producción menor a la de los árboles sanos. El viroide es capaz de reducir el 30% del rendimiento en árboles infectados, y puede llegar hasta el 50% dando como resultado una maduración más lenta y la reducción en la calidad de los frutos no permitiendo su comercialización. (SENASICA-CNRF 2018)

En México por ejemplo, en frutos de la variedad “Fuerte”, se estimó una reducción de rendimiento del 30%, más de la mitad de los frutos recolectados disminuyeron los parámetros de calidad para ser comercializados. En casos en los cuales los árboles fueron portadores asintomáticos del viroide, la reducción del rendimiento puede llegar inclusive al 95%. (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria 2009)

En el campo, los árboles que gozan de una buena nutrición, pueden enmascarar la enfermedad y no expresar la sintomatología. Al inicio se puede manifestar en frutos pero, cuando los mismos alcancen la madurez fisiológica, las manchas de color amarillo podrían pasar desapercibidas. (Campos-Rojas et al. 2011)

Desde una perspectiva de valoración el patógeno presenta el riesgo de diseminarse por fruta para consumo, cuya semilla posee potencial de germinación y propagación del viroide ASBVd. Los frutos que provienen de árboles sintomáticos pueden reducir su peso promedio hasta en un 40% y en árboles asintomáticos el rendimiento se puede reducir hasta en un 60% así como también el peso promedio de frutos hasta en un 10%. (Servicio Fitosanitario del Estado 2015)

La replicación y propagación del viroide son fases básicas para el ciclo infectivo de la plaga. A partir de pequeñas cantidades de inóculo, el ASBVd es capaz de invadir tejidos distales de la planta y acumularse en cantidades que permitan su detección.

El viroide se puede multiplicar de forma autónoma dentro del hospedero que ataca y de manera específica en los cloroplastos de la planta. (Falcón 2015)

No existe hasta el momento un tratamiento curativo para esta enfermedad, por lo que, la prevención es el método de control más efectivo. Se debe utilizar plantas sanas y material propagativo certificado y proveniente de viveros registrados y autorizados. Se requiere realizar monitoreos periódicos, eliminar árboles con síntomas de la enfermedad y desinfección continua de las herramientas utilizadas en podas y cortes. Todas estas actividades conllevan un incremento en los costos de producción del cultivo por las actividades adicionales que se tendrían que realizar. (Falcón 2015)

La introducción del viroide al país podría causar la reducción de la biodiversidad, ya que se afectarían los programas de manejo integrado de plagas, se estimularía a llevar a cabo programas de control que conllevarían el uso de plaguicidas, desinfectantes y otros ingredientes activos para desinfección de herramientas y eliminación de árboles infectados.

De acuerdo a lo detallado anteriormente y como se puede observar en el cuadro 9, el nivel de riesgo para ASBVd se considera en el nivel de riesgo Alto.

4.5.1.2 Efectos indirectos de la plaga

El mercado interno podría presentar una reducción del 52% con frutos no comerciales debido a las manchas que los frutos presentarían en su superficie, lo cual mermaría los rendimientos para los productores. En variedades como “Hass” que tiene una alta demanda en el mercado internacional el peso de los frutos puede disminuir en un rango de entre el 16 al 40%. (Falcón 2015)

La importación de material vegetal propagativo conlleva otros costos de producción, como compra del material, flete, trámites de nacionalización, transporte, cuarentena posentrada y análisis de laboratorio. Estos valores pueden encarecer los costos totales de producción, los cuales se trasladan de al consumidor final.

Actualmente, nuestro país tiene la apertura de exportación de fruta de aguacate con 42 países a los cuales se puede exportar, de los cuales 8 presentan dentro de sus requisitos fitosanitario que los envíos se encuentren libres de alguna plaga cuarentenaria (Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, generalmente). Si el viroide ASBVd llegara a introducirse y dispersarse en nuestro país, se convertiría en una restricción para el ingreso a los mercados internacionales tanto a los ya abiertos como para los nuevos. La demanda del producto se reduciría drásticamente. El nivel de riesgo para este parámetro se considera entonces como Alto como se observa en el análisis expuesto en el cuadro 9. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

Cuadro 9. Evaluación de las consecuencias económicas que causaría ASBVd en Ecuador.

PARÁMETROS	NIVEL DE RIESGO	JUSTIFICACIÓN DE NIVEL DE RIESGO
Efectos directos de la plaga	A (3)	El viroide es capaz de reducir el 30% del rendimiento en árboles infectados y llegar hasta el 50% dando como resultado una maduración más lenta y la reducción en la calidad de los frutos no permitiendo su comercialización
Efectos indirectos de la plaga	A (3)	El mercado interno podría presentar una reducción del 52% con frutos no comerciales debido a las manchas que los frutos presentarían en su superficie, lo cual mermaría los rendimientos para los productores
TOTAL	A (6)	

Bajo: 2, Medio: 3 – 4, Alto: 5 – 6

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

Elaboración: autor

4.5.2 Conclusiones de la Evaluación de las consecuencias económicas

Con el resultado obtenido y sumando el nivel de riesgo de cada uno de los parámetros descritos para los efectos directos e indirectos de la plaga, se realizó la calificación e identificación del nivel riesgo correspondiente, el cual resultó Alto, de acuerdo a lo que se observa en el cuadro 9 del presente trabajo.

4.6 Conclusión de la etapa II. Evaluación del riesgo de plagas

Cuadro 10. Evaluación del Riesgo de Plagas para ASBVd en Ecuador.

PARÁMETROS	NIVEL DE RIESGO
Evaluación de la probabilidad de introducción y dispersión	A (30)
Evaluación de las consecuencias económicas potenciales	A (6)
TOTAL ACUMULADO	A (36)

Bajo: 12 – 19, Medio: 20 – 28, Alto: 29 – 36

Fuente: (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)

Elaboración: autor

De acuerdo a los niveles de riesgo obtenidos y luego del análisis de los parámetros evaluados en cada una de las etapas del ARP por plaga, se llegó a determinar que el nivel de riesgo para la evaluación del riesgo para ASBVd en Ecuador es Alto, como se puede constatar en el cuadro 10 de la presente investigación.

4.7 Manejo del Riesgo

Finalizada la Etapa II del ARP por plaga para ASBVd se procedió a identificar las medidas fitosanitarias específicas y adecuadas para mitigar el riesgo Alto que presenta la plaga, que en el caso del presente trabajo son las siguientes: Procedencia del material vegetal a importar de un área libre de ASBVd; verificación en origen con el fin de observar las buenas prácticas fitosanitarias realizadas en los lotes de producción y el otorgamiento de autorización de importación dada por la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria previa una inspección; el material vegetal a importarse deberá estar sujeto a un análisis de laboratorio de

diagnóstico oficial para determinar la ausencia de sintomatología del viroide en el país de origen; someter el material a cuarentena posentrada en un lugar registrado ante la ONPF del país de destino; CFE deberá contener la declaración adicional que manifieste: el material proviene de un área libre de Avocado Sunblotch Viroide (ASBVd). Las medidas fitosanitarias descritas se aplicarían ya que únicamente la inspección visual del material vegetal a importarse no sería suficiente.

4.8 DISCUSIÓN

Como resultado de la evaluación del ARP por plaga, ASBVd en aguacate se considera con un potencial de riesgo alto. Al ser considerada una plaga cuarentenaria y que no está presente en el país, su forma de introducción al país sería a través de material propagativo como semilla, tallos portayemas y polen, lo que hacen que su nivel de riesgo sea alto y se puedan afectar los lotes de producción que se encuentran ya establecidos. (FAO 2019)

Las condiciones climáticas (altitud, temperatura, humedad) de los valles interandinos de nuestro país son óptimas para el desarrollo de la enfermedad. Las plantaciones establecidas y las nuevas que se quieran establecer estarían en un nivel de riesgo alto si esta plaga se introduce y dispersa en las áreas de producción. (FAO 2019)

El valor nutricional de los frutos de aguacate entre sintomáticos y asintomáticos no presentan una diferencia marcada, excepto en el contenido de aceite que puede ser menor en muestras sintomáticas, lo que puede llegar a reducir entre un 28 y 32% del aporte calórico. Esto se debe a que el viroide carece de la capacidad para codificar proteínas por lo que debe incitar la presencia de la enfermedad mediante una acción indirecta de su genoma con los factores propios del hospedante, interfiriendo en su expresión génica y por ende alterando su normal desarrollo. (Vallejo-Pérez 2015)

Los frutos sintomáticos podrían cumplir con los parámetros mínimos para su procesamiento de manera industrial pero, para que su proceso de maduración sea lo más uniforme posible, es probable que requiera de un tratamiento previo con aplicación de etileno, lo que encarecería los costos de producción. (Vallejo-Pérez 2015)

Los surcos profundos y amarillentos de la piel de los frutos afectados por ASBVd son síntomas típicos de la enfermedad. Los retrasos que se pueden presentar en la maduración de la fruta pueden ser causados debido a cambios en los procesos de respiración. La decoloración en frutos que provienen de árboles sintomáticos puede ser más lenta que en los que provienen de árboles asintomáticos y sanos. Los cambios tempranos de color en el fruto se pueden dar debido a varios factores como

la degradación de la clorofila, el efecto de la replicación que el viroide lleva a cabo en los cloroplastos y al mismo proceso de respiración. (Saucedo-Carabez et al. 2015)

El ASBVd se replica principalmente en el estroma y los tilacoides del cloroplasto, lo que conlleva a una reducción del contenido de clorofila, considerándose en un factor que conduce a desarrollar en la piel de los frutos una coloración de tonalidad blanquecina a amarillenta. (Vallejo-Perez et al. 2014)

La firmeza es considerada como una característica importante en procesos de poscosecha y se constituye en el método más idóneo para determinar si un fruto de aguacate se encuentra maduro y listo para su consumo. Los frutos que provienen de árboles sintomáticos no desarrollan una firmeza homogénea, lo que conduce a un deterioro físico y por tanto pérdida de la calidad del producto, sumado a lo ya mencionado anteriormente con el proceso de maduración homogénea. (Saucedo-Carabez et al. 2015)

Los tejidos de frutos de aguacate que provengan de árboles sintomáticos pueden presentar una mayor cantidad de compuestos fenólicos que en los de frutos provenientes de árboles asintomáticos y sanos. Los fenoles intervienen en diferentes funciones en las plantas como pigmentación, crecimiento, resistencia al ataque de organismos fitopatógenos, a través de lo que se denomina cascadas de señalización. (Vallejo-Perez et al. 2014)

Se requiere retirar del campo árboles y frutos sintomáticos para evitar que el viroide se disemine. El usar material vegetal de fuentes no certificadas se convierte en un riesgo alto para las unidades de producción. Por tanto, el único método actualmente válido para el control de ASBVd es el uso de semilla, tallos portayemas, plántulas y polen proveniente de viveros certificados por la ONPF del país de origen.

Son varias las medidas fitosanitarias encaminadas a mitigar el riesgo de introducción de ASBVd a nuestro país ya que solo la inspección visual en puntos de ingreso no sería suficiente. El tipo de plaga se requiere de la aplicación de medidas tanto en el país de origen (monitoreo, vigilancia, análisis de laboratorio) como en el país de destino (cuarentena posentrada, análisis de laboratorio). (FAO 2019)

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Mediante la información recopilada y analizada, el viroide ASBVd, causante de enfermedad Mancha solar del aguacate es considerado como una plaga cuarentenaria para nuestro país.
- La aplicación de la Guía de Trabajo emitida por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario para la elaboración del ARP por plaga, determinó que ASBVd tiene un potencial de riesgo Alto para el caso de su ingreso, diseminación, dispersión y establecimiento a nuestro país.
- Se han identificado las medidas fitosanitarias específicas y adecuadas para mitigar el riesgo alto que presenta la plaga (medidas: envío acompañado de análisis de laboratorio oficial, cuarentena posentrada del material vegetal a importar, por ejemplo), ya que únicamente la inspección visual del material vegetal a importarse no sería suficiente.

5.2 RECOMENDACIONES

Para el manejo del riesgo del viroide ASBVd, se consideran las siguientes medidas fitosanitarias:

- Procedencia de material vegetal (tallos portayemas, plantas, semillas, frutos, polen) de un área libre de ASBVd para lo cual es país exportador deberá cumplir con lo establecido en la NIMF 4, Requisitos para el establecimiento de áreas libres de plagas.

- Verificación en origen con el fin de observar las buenas prácticas fitosanitarias realizadas en los lotes de producción del cultivo de aguacate para el mantenimiento del área libre, así como las prácticas que se realicen a nivel de vivero. El otorgamiento de autorización de importación será dada únicamente a viveros acreditados por la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria previa una inspección en sitio.

- El material vegetal de aguacate a importarse, deberá estar sujeto a un análisis de laboratorio de diagnóstico oficial para determinar la ausencia de sintomatología del viroide en el país de origen. Una vez introducido el material vegetal a territorio nacional se deberá someter el material a cuarentena posentrada en un lugar registrado ante la Agencia.

- El CFE deberá contener la declaración adicional que manifieste: el material proviene de un área libre de Avocado Sunblotch Viroide (ASBVd).

Integrar a laboratorios públicos y privados a la red de laboratorios acreditados ante el SAE, para tener centros a nivel nacional que tengan la capacidad de realizar el diagnóstico e identificación de la plaga ASBVd.

Reconocer y apoyar la labor de Vigilancia y Control Fitosanitario que lleva a cabo la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario al amparo de la normativa nacional e internacional vigente y con la participación activa de todos los actores de la cadena agroproductiva del cultivo de aguacate.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. 2014. Manual General de Cuarentena Vegetal (en línea). s.l., s.e. Consultado 4 abr. 2021. Disponible en https://www.agrocalidad.gob.ec/?page_id=39172.

_____. 2017. Listado de Plagas cuarentenarias no presentes en Ecuador. s.l., s.e.

_____. 2020. Guía de trabajo para la elaboración de análisis de riesgo de plagas (ARP) por plaga (en línea). s.l., s.e. Consultado 6 feb. 2021. Disponible en https://www.agrocalidad.gob.ec/?page_id=39166.

_____. 2020. Requisitos fitosanitarios provisionales para importación de tallos portayemas de aguacate de Perú (en línea, sitio web). Consultado 13 feb. 2021. Disponible en <https://guia.agrocalidad.gob.ec/agrodb/aplicaciones/publico/productos1/consultaRequisitoComercio.php>.

Agrios, G. 1995. Fitopatología (en línea). 2 ed. México, Limusa. 838 p. Consultado 6 feb. 2021. Disponible en https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&sxsrf=ALeKk00ABGZM9mFUw1XxRx36myflbuisbQ:1612653778910&q=George+N.+Agrios&stick=H4sIAAAAAAAAAAOPgE-LSz9U3MMswKSiMVwKzTcuyTbLitWSyk630k_Lzs_XLizJLSiLz4svzi7KtEktLMvKLFrEKuKfmF6WnKvjpKTimF2XmF-

9gZQQAonDI204AAAA&sa=X&ved=2ahUKEwicroy9s9buAhUyp1kKHSFVB1gQmxMoATAQegQIFRAD&biw=1525&bih=730.

Alarcón, J; Arévalo, E; Díaz, A; Galindo, J; González, M. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass (*Persea americana* Mill). Medidas para la temporada invernal. Bogotá, Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. 75 p.

Arellano, CAA. 2016. Análisis de riesgo de plagas de frutas frescas de aguacate (*Persea americana* M.) para consumo originarias de Perú. Quito, Universidad Central del Ecuador. .

Barrera Rojas, C. 2005. La Mancha Solar del Palto : (Avocado sunblotch viroid) (en línea) (En accepted: 2019-05-09t16:47:17z). Instituto Nacional de Innovación Agraria . Consultado 13 feb. 2021. Disponible en <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/929>.

Beltrán-Peña, H; Soria-Ruiz, J; Téliz-Ortiz, D; Ochoa-Martínez, DL; Nava-Díaz, C; Ochoa-Ascencio, S. 2014. Detección satelital y molecular del viroide de la mancha de sol del aguacate (Avocado Sunblotch Viroid, ASBVd). Revista fitotecnia mexicana 37(1):21-29.

CABI; EPPO. 2013. Avocado sunblotch viroid. [Distribution map]. (en línea, sitio web). Consultado 5 ene. 2021. Disponible en <https://www.cabi.org/isc/abstract/20133421495>.

Cabrera. 2011. Micropropagación del Palto. (Serie 01-11) .

Calduch, R. 2014. Métodos y técnicas de investigación internacional (en línea). 2 ed. Madrid, España, s.e. 180 p. Consultado 14 abr. 2021. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjwqr3FlIDwAhXbQjABHefADsgQFjAJegQIJRAD&url=https%3A%2F%2Fwww.ucm.es%2Fdata%2Fcont%2Fdocs%2F835-2018-03-01-Metodos%2520y%2520Tecnicas%2520de%2520Investigacion%2520Internacional%2520v2.pdf&usg=AOvVaw1BiY3PJy1AKZbnHiLJM1Gr>.

Campos-Rojas, C; SantaCruz, E; Rivera, J; Florez, M. 2011. Distinción de los síntomas del viroide del aguacate - «Rayito de Sol y su manejo en Michoacán, México». :4.

Campos-Rojas, E; SantaCruz, E; Rivera, J. 2011. Distinción de síntomas del viroide Sun blotch en el aguacatero (en línea, sitio web). Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Avocado+sunblotch+viroid+-+DIRECCI%C3%93N+GENERAL+DE+...http%3A%2F%2Fsinavef.senasica.gov.b.mx+%E2%80%BA+ViroidesFitopatogenosPDFLaboratorio+de+Biolog%C3%ADa+Molecular.+Protocolo+de+Diagn%C3%B3stico%3A+Avocado+sunblotch+viroid+%28ASBVd%29.+%28La+mancha+de+sol+del+aguacate%29.+Tec%C3%A1mac%2C+Estado+de+M%C3%A9xico%2C+...AN%C3%81LISIS+EPIDEMIOLOGICO+DE+LA+MANCHA+DE+SOL+DE+...http%3A%2F%2Flan gif.uaslp.mx+>.

Di Serio, F; Li, S-F; Matoušek, J; Owens, RA; Pallás, V; Randles, JW; Sano, T; Verhoeven, JThJ; Vidalakis, G; Flores, R; ICTV Report Consortium. 2018. ICTV Virus Taxonomy Profile: Avsunviroidae. Journal of General Virology 99(5):611-612. DOI: <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001045>.

Falcón, E. 2015. Análisis de la presencia del viroide ASBVd en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) Var fuerte, en la comunidad San Vicente de Pusir, cantón Bolívar, provincia del Carchi (en línea). Ibarra, Univesidad Técnica del Norte. Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6867>.

FAO. 1997. Texto de la Convención - International Plant Protection Convention (en línea, sitio web). Consultado 13 feb. 2021. Disponible en <https://www.ippc.int/es/core-activities/governance/convention-text/>.

_____. 2019. Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias. Norma internacional para medidas fitosanitarias n° 11 (en línea, sitio web). Consultado 6

feb. 2021. Disponible en <https://www.ippc.int/es/core-activities/standards-setting/ispms/>.

_____. 2019. Glosario de términos fitosanitarios. Norma internacional para medidas fitosanitarias n° 5 (en línea, sitio web). Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <https://www.ippc.int/es/core-activities/standards-setting/ispms/>.

_____. 2019. Marco para el análisis de riesgo de plagas. Norma internacional para medidas fitosanitarias n° 2 (en línea, sitio web). Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <https://www.ippc.int/es/core-activities/standards-setting/ispms/>.

_____. 2021. FAOSTAT (en línea, sitio web). Consultado 12 ago. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.

Flores, R; Daròs, J-A; Hernández, C. 2000. Avsunviroidae family: Viroids containing hammerhead ribozymes (en línea). s.l., Elsevier, vol.55. p. 271-323 DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-3527\(00\)55006-4](https://doi.org/10.1016/S0065-3527(00)55006-4).

Guerrero, R. 2017. Manual de nemátodos fitoparásitos. Identificación de especies cuarentenarias. Quito, Ecuador, Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro Agrocalidad; Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología SENESCYT. 131 p.

Huaraca, H; Viteri D., P; Sotomayor, A; Viera, W; Jiménez, J. 2016. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) (en línea). s.l., Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, 2016. Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4048>.

Lazcano-Ferral, I; Espinoza, J. 1998. Manejo de la nutrición del aguacate. (Serie Informaciones Agronómicas) :16.

León F., J. 1999. Manual del cultivo del aguacate (*Persea americana*) para los Valles interandinos del Ecuador (en línea). Quito, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/51>.

Mapa político del Ecuador. 2021. s.l., s.e. Consultado 4 abr. 2021. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.canartelevision.com%2F%3Fp%3D4037&psig=AOvVaw1UHFOWQDsHDT-x6LOGge84&ust=1617630044689000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKiYptvb5O8CFQAAAAAdAAAAABA5>.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2020. Sistema de Información Agropecuaria SIPA (en línea, sitio web). Consultado 9 dic. 2020. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-productivas>.

Niks, R; Lindhout, W. 1999. Curso sobre mejoramiento para resistencia a enfermedades y plagas. 2 ed. Quito, Wageningen Agricultural University. 227 p.

Organización Mundial de Comercio. 2005. Acuerdo de medidas sanitarias y fitosanitarias. Ginebra, Suiza, s.e., (Serie de los Acuerdos de la OMC).

Rojas, I. 2011. Elementos Para El Diseño De Técnicas De Investigación: Una Propuesta De Definiciones Y Procedimientos En La Investigación Científica. *Tiempo de Educar* 12(24):277-297.

Rojas, M. 2015. Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 16(1):1-14.

Saucedo-Carabez, J; Teliz Ortiz, D; Ochoa-Ascencio, S; Ochoa-Martinez, D; M R, V-P; Beltran, H. 2015. Effect of Avocado sunblotch viroid (ASBVd) on the Postharvest Quality of Avocado Fruits from Mexico. *Journal of Agricultural Science* 7. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v7n9p85>.

SENASICA-CNRF. 2018. Protocolo de Diagnóstico: Avocado sunblotch viroid (ASBVd) (La mancha de sol del aguacate) (en línea, sitio web). Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF/AreaDiagnostico/DocumentosReferencia/ProtocoloFichas>.

Servicio Agrícola y Ganadero, S. 2020. Mancha de sol del palto Avocado sunblotch viroid (ASBVd) (en línea, sitio web). Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <http://www.sag.cl/ambitos-de-accion/avocado-sunblotch-viroid-asbvd>.

Servicio Fitosanitario del Estado, CR. 2015. Medida Fitosanitaria para el establecimiento de requisitos fitosanitarios para la importación de fruta fresca de aguacate (*Persea americana*) de país de origen México (en línea, sitio web). Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=DSFE-11-2015+https%3A%2F%2Fmembers.wto.org+%E2%80%BA+crnattachments+%E2%80%BA+SPS+%E2%80%BA+CRI>.

Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas. s. f. Avocado Sunblotch Viroid (ASBVd) [1]. :2.

Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, M. 2009. Análisis epidemiológico de la mancha de sol de aguacate Avocado Sun Blotch Viroid (ASBVd) (en línea, sitio web). Consultado 6 feb. 2021. Disponible en <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Avocado+sunblotch+viroid+-+DIRECCI%C3%93N+GENERAL+DE+...http%3A%2F%2Fsinavef.senasica.gob.mx+%E2%80%BA+ViroidesFitopatogenosPDFLaboratorio+de+Biolog%C3%ADa+Molecular.+Protocolo+de+Diagn%C3%B3stico%3A+Avocado+sunblotch+viroid+%28ASBVd%29.+%28La+mancha+de+sol+del+aguacate%29.+Tec%C3%A1mac%2C+Estado+de+M%C3%A9xico%2C+...AN%C3%81LISIS+EPIDEMIOLOGICO+DE+LA+MANCHA+DE+SOL+DE+...http%3A%2F%2Fangif.uaslp.mx+>.

Sotomayor, A; Viera, A; Viera, W. 2016. Potencial del cultivo de aguacate (*persea americana* mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. Revista Científica y Tecnológica UPSE 3(3):1-9. DOI: <https://doi.org/10.26423/rctu.v3i3.192>.

Téliz, D; Mora, A. 2007. El aguacate y su manejo integrado. 2 ed. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa.

Vallejo-Pérez, M. 2015. Alterations induced by Avocado sunblotch viroid in the postharvest physiology and quality of avocado 'Hass' fruit. *Phytoparasitica* 43. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12600-015-0469-y>.

Vallejo-Perez, M; Teliz Ortiz, D; Almaráz, R; Valdovinos-Ponce, G; Colinas-León, M; Nieto Angel, D; Ochoa-Martínez, D. 2014. Histopathology of Avocado Fruit Infected by Avocado Sunblotch Viroid. *Journal of Agricultural Science* 6. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v6n9p158>.

CAPÍTULO VII.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de Avocado Sunblotch Viroid

FICHA TÉCNICA AVOCADO SUNBLOTCH VIROID ASBVd

1. INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana*), es una fruta que por sus propiedades organolépticas y su contenido nutricional, las industrias alimenticia y cosmética por citar dos ejemplos, le quieran dar un impulso a su uso, procesamiento e industrialización.

Nuestro país tiene una tradición de producción de aguacate principalmente en los valles interandinos de la Región Sierra (Mira-Carchi, Chota y Salinas-Imbabura, Guayllabamba-Pichincha, Patate-Tungurahua (León F. 1999) y en los últimos años se ha dado un impulso a su exportación tanto en estado fresco como industrializado (pulpa congelada, aceite, por citar algunos ejemplos) que han hecho que varios productores vuelquen su mirada hacia la mejora genética de los lotes de producción.

El viroide ASBVd es considerada una plaga cuarentenaria que no está presente en nuestro país pero la cual se encuentra presente en otros países productores de

aguacate como Estados Unidos, México y Perú. Resulta imprescindible conocer su forma de transmisión, dispersión y diseminación, a través de toda la información técnica científica posible para evitar que afecte a la producción de aguacate en nuestro país y el flujo comercial que las exportaciones de la fruta ha tomado en los últimos años a diferentes destinos.

2. IDENTIDAD DE LA PLAGA

2.1 NOMBRE CIENTÍFICO

Avocado Sunblotch Viroid

2.2 SINÓNIMOS

No tiene sinónimos

2.3 NOMBRES COMÚNES

Mancha Solar del aguacate

Mancha del Sol del aguacate

Rayito de Sol

Mancha Solar del Palto

Viroide la mancha del Sol

Manchado Solar

2.4 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Grupo: Viruses

Dominio: Riboviria

Familia: Avsunviroidae

Género: Avsunviroid

Especie: Avocado sunblotch viroid

Acrónimo: ASBVd

(Di Serio et al. 2018)

3. HOSPEDEROS PRINCIPALES Y ALTERNATIVOS:

Hospedero Principal: Aguacate (*Persea americana*)

Hospederos Alternativos: *Persea schiedeana* (Coyo, pahua, chinín, chinini), *Cinnamomun zeylanicum* (canelo), *Cinnamomun camphora* (alcanforero) y *Ocotea bullata* (árbol de madera apestosa, Sudáfrica). (SENASICA-CNRF 2018)

4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA

Fue Reportado por primera vez en California y posteriormente en Florida. La mancha del sol del aguacate se encuentra reportado en Israel, Ghana, Sudáfrica, España (incluye Islas Canarias), Grecia, México, EEUU (incluye Alaska y Hawaii), Guatemala, Perú, Venezuela y Australia. (Servicio Agrícola y Ganadero 2020) (CABI y EPPO 2013)

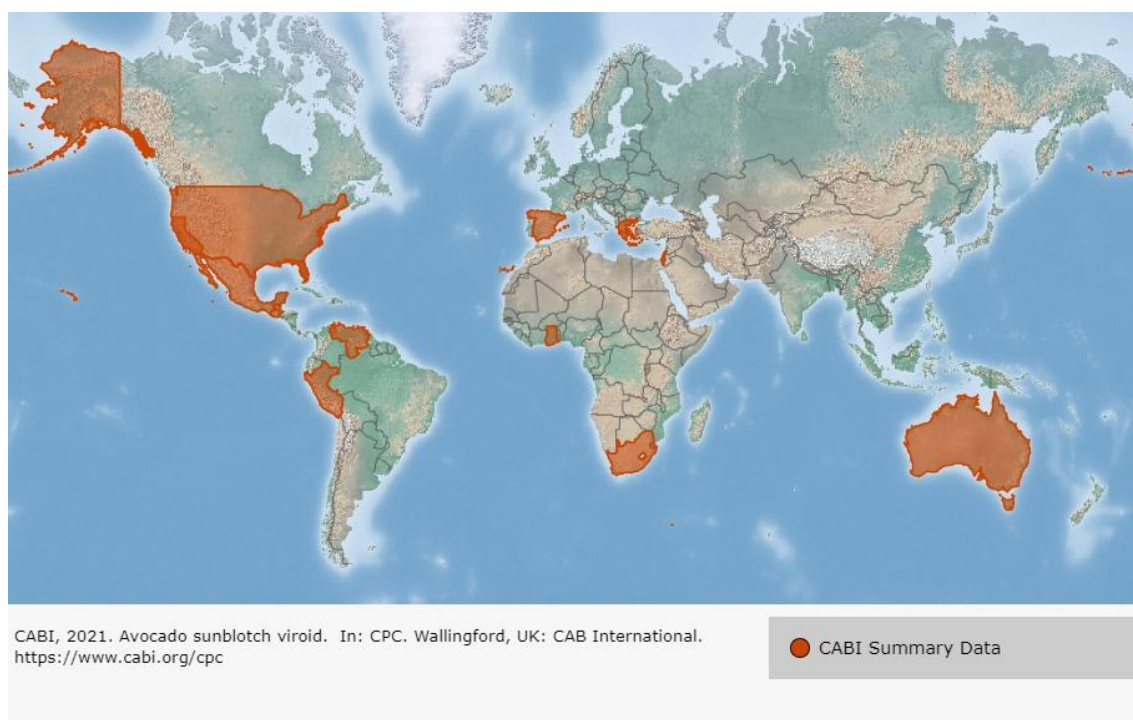


Gráfico 5. Mapa mundial de Distribución del ASBVd

Fuente: (CABI y EPPO 2013)

5. CONDICIÓN FITOSANITARIA DE LA PLAGA EN ECUADOR

De acuerdo a la Resolución 0122 de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario de 2017-09-15, en la cual se actualiza el listado de Plagas Cuarentenarias no presentes en Ecuador, se ubica a Avocado Sunblotch Avsunviroid (ASBVd) en la posición 1003 del listado, lo que quiere decir que la

plaga no se encuentra presente en nuestro país y está considerada como plaga cuarentenaria. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2017)

6. ASPECTOS BIOLÓGICOS

6.1 CICLO BIOLÓGICO

Experimentos que combinan la hibridación in situ con microscopia electrónica demuestran que el ASBVd se acumula en el cloroplasto y de manera más específica en las membranas de tilacoides. Estudios ultracelulares sobre alteraciones a nivel de citoplasma causadas por miembros de la familia Avsunviroidae se ha reportado únicamente para ASBVd. Los cuerpos y cloroplastos desorganizados se presentan en las zonas amarillas de las hojas de aguacate sintomáticas mientras que en las zonas verdes adyacentes de las mismas hojas los cloroplastos mostraron una apariencia normal; las mitocondrias y los núcleos no se vieron afectados. Además de estas alteraciones, los cuerpos que se componen por grandes verticilos de la membrana también se encuentran en las zonas descoloridas de hojas jóvenes. En otros estudios realizados con hojas de aguacate completamente cloróticas, algunos cloroplastos presentaron malformaciones mientras que otros se parecían a plástidos. Considerando la naturaleza de los síntomas y que el cloroplasto es el sitio donde la replicación y acumulación de ASBVd tiene lugar, no es de sorprenderse que los efectos citoplasmáticos se concentren en este organelo celular. (Flores et al. 2000)

6.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

La enfermedad de la mancha del sol del aguacate fue identificada como un viroide, se inició por la caracterización de un ARN inusual asociado con la enfermedad. La transmisión mecánica de la enfermedad mediante la rozadura de plántulas sanas con navajas humedecidas en extractos de árboles infectados, así como fruta sintomática sugirió que un viroide podría ser la causa de la enfermedad. (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria 2009)

El agente causal se distingue como un viroide ARN, circular, monocatenario (246 a 249 nucleótidos), covalente, cerrada con un alto grado de vinculación (67%) entre

bases antiparalelas, no está asociada a ninguna partícula proteica, que afecta principalmente a aguacate, es portador de distintas variantes como ASBVd-B, ASBVd-V y ASBVd-SC. (Campos-Rojas et al. 2011) (SENASICA-CNRF 2018)

6.3 EPIDEMIOLOGÍA

El manchado solar del aguacate es una enfermedad que afecta a todos los cultivares comerciales de la fruta de aguacate, causada por un viroide y transmitida a través de semilla, material de injertación, herramientas contaminadas y en menor medida a través de polen y anastomosis radicular. La infección es irreversible y afecta la calidad y cantidad de la fruta. No posee vectores naturales asociados. (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas s. f.)

6.4 SÍNTOMAS Y DAÑOS

Los síntomas se manifiestan en diferentes partes de la planta (hoja, rama, corteza del tronco y fruto) y varían según la etapa fenológica. Los síntomas primarios son: hojas más claras de lo normal, siendo la señal más severa en los pecíolos donde el color se puede extender hasta la nervadura de la hoja; en el tallo se observan franjas longitudinales hundidas de color amarillo claro, en el fruto verde, las franjas cloróticas tienden a ser más pronunciadas y en variedades oscuras las manchas permanecen, teniendo una coloración que varía entre el rojo o el púrpura. Los síntomas secundarios son: hojas cloróticas menos desarrolladas, presencia de un color grisáceo y aclaramiento en las venas medias, arrugas, manchas y moteados en las ramas y en el tallo estrías de color blanco amarillo, moteado de color rojo o necrosado y un patrón conocido como piel de cocodrilo; en el fruto presenta retraso de la maduración conservando el color verde, hendiduras cloróticas, rojas o necróticas y en casos severos los frutos son deformes. (SENASICA-CNRF 2018)

Algo fuera de lo común es que en campo los árboles que gozan con excelente nutrición enmascaran la enfermedad y la sintomatología expresa; quiere decir que al principio puede manifestarse en frutos, pero cuando éste logre su madurez fisiológica, dichas manchas amarillas pasan desapercibidas totalmente. (Campos-Rojas et al. 2011)

6.5 MEDIOS DE DISPERSIÓN

Por esquejes, al utilizar yemas provenientes de plantas madres infectadas.

Por semilla botánica, al utilizar semilla de árboles infectados para obtener patrones (porta injertos).

Por contaminación, al emplear herramientas sin desinfectar para realizar injertos y podas.

Algunos reportes mencionan la transmisión por polen proveniente de plantas infectadas pero en muy bajos porcentajes (Barrera Rojas 2005), siendo considerado como vector biológico, la abeja *Apis mellifera*, registrando de 1 al 4% de transmisión. (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria 2009)

6.6 CONDICIONES CLIMÁTICAS FAVORABLES PARA EL DESARROLLO DE LA PLAGA

El viroide se mantiene con menor virulencia durante las estaciones frías del año, en áreas con altitudes entre 1700 a 2400 msnm, mientras que en altitudes inferiores a 1700msnm, puede expresar la sintomatología sin importar el tipo climático, lo que significa que las temperaturas que oscilan entre 8 a 16°C no le son favorables, mientras que temperaturas entre 18 a 32°C favorecen su expresión. Árboles enfermos pueden ser sintomáticos únicamente e frutos y ramas que tengan exposición al sol, es decir, con disposición de la capa arbórea hacia el oriente, sur y occidente, no así hacia el norte.

Otro evento registrado y que coincide de alguna manera con la temperatura ambiental, es que la floración en el mes de agosto a octubre muestra que el “amarre” y crecimiento del fruto es generalmente asintomático, incluso en la totalidad de la producción en dicha época, exceptuando frutos expuestos hacia el oriente y cuando se desarrollan en altitudes menores a 1700 msnm. La floración de diciembre a marzo puede ser atacada solo en árboles totalmente sintomáticos del viroide o incluso, estar presente todo el año en cualquier parte de sus órganos. (Campos-Rojas et al. 2011)

Anexo 2. Evaluación de la probabilidad de la entrada de una plaga

A. Identificación de vías para un Análisis de Riesgo de Plagas iniciado por una plaga	NIVEL DE RIESGO
Transmisión mecánica de la plaga: empleo de herramientas sin desinfectar para cortes, podas, injertos. (Campos-Rojas et al. 2011)	A (3)
Por esquejes utilizando yemas provenientes de plantas infectadas. (Campos-Rojas et al. 2011)	A (3)
Semilla botánica, utilizando semilla de frutos cosechados de árboles infectados para obtener patrones (portainjertos). (Campos-Rojas et al. 2011)	A (3)
Por plantas consideradas como portainjertos. (Campos-Rojas et al. 2011)	A (3)
Transmisión por polen en bajos porcentajes. (Campos-Rojas et al. 2011)	A (3)
Nivel de riesgo de este factor	A (3)

B. Probabilidad de que la plaga esté asociada con la vía en el lugar de origen	NIVEL DE RIESGO
Prevalencia de la plaga en el área de procedencia: Por ser un ARP por plaga, el cual es válido para todo el país, se considera un nivel de riesgo alto. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)	A (3)
Estado de desarrollo de la plaga presente en productos básicos o medios de transporte: la enfermedad afecta a todos los cultivares comerciales de la fruta de aguacate la cual es causada por el viroide ASBVd. La infección es irreversible y afecta la calidad y cantidad de la fruta. (Flores et al. 2000)	A (3)
Volumen y frecuencia de movilizaciones a lo largo de la vía: Se considera la realización de este ARP para material propagativo: tallos portayemas de aguacate. El nivel de riesgo se considera alto. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)	A (3)
Época del año en la que la plaga se encuentra presente: La expresión de la plaga se puede presentar en cualquier parte de los órganos del árbol durante todo el año. Se considera un nivel de riesgo alto. (Campos-Rojas et al. 2011)	A (3)
Manejo de plagas y del cultivo en el lugar de origen: No se tiene conocimiento específico de que en los países de origen del material vegetativo se realice un buen manejo de los lotes de producción. Nivel de riesgo alto.	A (3)
Nivel de Riesgo de este factor	A (3)

C. Probabilidad de supervivencia durante el transporte o almacenamiento	NIVEL DE RIESGO
Condiciones de transporte y almacenamiento: Por el tipo de organismo plaga (viroide) del cual se está realizando el ARP, puede sobrevivir a las condiciones de transporte. El nivel de riesgo es alto	A (3)
Capacidad de sobrevivencia de la plaga durante el transporte y almacenamiento: No es considerado como un organismo vulnerable por lo que el nivel de riesgo es alto	A (3)
Prevalencia de plagas asociadas con un envío: La probabilidad de prevalencia se considera alta. El nivel de riesgo por tanto es alto.	A (3)
Nivel de Riesgo de este factor	A (3)

D. Probabilidad de que la plaga sobreviva los procedimientos de manejo de plagas	NIVEL DE RIESGO
Capacidad de sobrevivencia de la plaga a medidas fitosanitarias aplicadas en el país de origen y destino: El manejo de la plaga es difícil. Se debe adquirir material propagativo de viveros registrados y autorizados por la ONPF del país de origen. Se debe realizar un monitoreo constante y regular el ingreso de material propagativo. No se debe propagar plantas con material vegetal de dudosa procedencia o no tenga certificación fitosanitaria. El nivel de riesgo es alto.	A (3)
Capacidad de ser detectada durante los procesos de inspección: El análisis de laboratorio es el único que puede determinar de forma efectiva el agente causal de la Mancha Solar del aguacate. El nivel de riesgo es alto. (SENASICA-CNRF 2018)	A (3)
Nivel de Riesgo de este factor	A (3)

E. Probabilidad de transferencia a un hospedante apropiado	NIVEL DE RIESGO
Mecanismo de dispersión, incluye los vectores de haberlos, que permitan la movilización desde la vía hacia el hospedante apropiado: El material propagativo de aguacate así como sus frutos tienen la capacidad de transportar el viroide. Se considera que al ser material de propagación, el nivel de riesgo es alto. (Servicio Agrícola y Ganadero 2020)	A (3)
Evaluación de uno o varios puntos de destino: El producto a importarse es para siembra en áreas de producción comercial del territorio nacional. El nivel de	A (3)

riesgo se considera alto. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)	
Existencia de especies hospedantes cercanas a los puntos de ingreso: El factor se considera como muy probable en base al análisis realizado en el punto anterior por lo que el nivel de riesgo es alto	A (3)
Tiempo del año en el que se realiza la importación: La importación se puede realizar en cualquier época del año por lo que el nivel de riesgo es alto	A (3)
Uso previsto del producto: el material importado será utilizado para propagación y mejoramiento de árboles en lotes de producción. El nivel de riesgo se considera alto. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)	A (3)
Manejo de subproductos y desechos: La mayor parte de materia de propagación a importar serán tallos portayemas por lo que que nivel de riesgo por este factor se considera como alto. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)	A (3)
Nivel de Riesgo de este factor	A (3)

Anexo 3. Probabilidad de establecimiento

PARÁMETROS	NIVEL DE RIESGO
Disponibilidad de hospedantes apropiados en el área de Análisis de Riesgo de Plagas: el aguacate es el principal hospedero de la plaga en análisis. Ecuador cuenta con una superficie sembrada de 7125ha y una producción de 26 408TM al 2109. El nivel de riesgo es considerado Alto. (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2020)	A (3)
Adaptabilidad al medio ambiente: temperaturas ambientales entre 18 a 32°C favorecen su expresión. Temperaturas entre 8 a 16°C no le son favorables. Altitudes inferiores a 1700msnm pueden expresar la sintomatología sin importar el tipo climático. El viroide se mantiene con menor virulencia durante las estaciones frías del año en altitudes entre 1700 a 2400 msnm. El aguacate en los valles interandinos de Ecuador se cultiva entre los 1800 a 2500 msnm con una temperatura promedio de 17°C, 22° a 25°C durante el día y 15° a 17°C durante la noche, precipitación anual de 400 a 1000 mm y humedad relativa que oscila entre 50-85%. El nivel de riesgo es alto. (Campos-Rojas et al. 2011), (León F. 1999), (Huaraca et al. 2016)	A (3)
Prácticas de cultivo y medidas de control: La principal medida radica en la utilización de árboles certificados, lo que conlleva a una cuidadosa selección	A (3)

de injertos y semillas libres de la enfermedad. Se deben retirar de campo los árboles que presentan síntomas de la enfermedad y los tocones restantes deben ser eliminados. Se puede realizar la indexación en los lotes donde se tiene sospechas de la enfermedad para identificación de árboles positivos. Las herramientas utilizadas para podas y cosecha deben ser esterilizadas entre los árboles. La inactivación química del ASBVd es eficiente con la inmersión en soluciones de hipoclorito de sodio al 20%, 2% de formaldehído + 2% de hidróxido de sodio o 6% de peróxido de sodio. El nivel de riesgo es alto. (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria 2009)	
Otras características de las plagas que influyen en la probabilidad del establecimiento: La plaga tiene una alta capacidad de trasladarse por medio del material vegetal de propagación y afectar a lotes de producción. El nivel de riesgo es alto. (Arellano 2016)	A (3)
TOTAL	A (12)

Anexo 4. Probabilidad de dispersión después del establecimiento

Probabilidad de dispersión después del establecimiento	NIVEL DE RIESGO
Idoneidad del medio ambiente natural o modificado de las áreas donde la plaga podría establecerse actualmente: Las temperaturas ideales en el período de floración están en un rango entre 22-25°C durante el día de 15-17°C durante la noche. En los valles del callejón interandino del Ecuador el aguacate se cultiva desde 1800 a 2500 msnm, una temperatura promedio de 17°C, precipitación anual de 400 a 1000mm y humedad relativa que se encuentra entre 50 al 85%. (León F. 1999), (Huaraca et al. 2016)	A (3)
Capacidad de sobrevivencia y dispersión natural de la plaga: La plaga requiere de un hospedante para sobrevivir y dispersarse.	A (3)
Presencia de obstáculos naturales: No existen en el país obstáculos naturales que predispongan la dispersión de la plaga.	A (3)
Potencial de movilización con productos básicos o medios de transporte: La vía para ingreso de material vegetativo es el material vegetativo como tallos portayemas, plantas portainjertos, semilla, polen.	A (3)
Uso destinado del producto: El uso a darle al material vegetativo una vez introducido a territorio ecuatoriano	A (3)

será para el mejoramiento de la genética de los lotes de producción	
Vectores potenciales de la plaga en el Área de Análisis de Riesgo de Plagas: La plaga no tiene vectores para su dispersión en el país	A (3)
Enemigos naturales potenciales de la plaga en el Área de Análisis de Riesgo de plagas: La plaga no presenta enemigos naturales	A (3)
Nivel de Riesgo de este factor	A (21/7= 3)

Anexo 5. Efectos de la plaga

EFFECTOS DIRECTOS DE LA PLAGA	NIVEL DE RIESGO
<p>Plantas hospedantes conocidas o potenciales: De las plantas hospedantes detalladas en la ficha técnica en el país se encuentra presente el canelo (<i>Cinnamomun zeylanicum</i>)</p> <p>Tipos, cuantía y frecuencia de los daños: Los árboles afectados por el ASBVd tienen una producción menor a la de árboles sanos, los frutos tienen un escaso valor comercial ya que la enfermedad se manifiesta sobre hojas, ramas y frutos, la planta disminuye su vigor y la calidad de los frutos va disminuyendo (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria 2009). El ASBVd es capaz de reducir el 30% del rendimiento en árboles infectados, con un avance de forma progresiva hasta llegar al 50% dando como resultado la reducción en la calidad del producto lo cual no permitiría su comercialización ya que presenta manchas en la superficie y la maduración es más lenta. (SENASICA-CNRF 2018)</p> <p>Pérdidas de cultivos, en producción y calidad: Los árboles que son afectados por el viroide son menos productivos. En México, en frutos de la variedad “Fuerte” se estimó una reducción del 30% en el rendimiento. Más de la mitad de los frutos recolectados mostraron disminución en los parámetros de calidad. En casos en los cuales los árboles tienen son portadores asintomáticos de ASBVd puede ocurrir una reducción de rendimiento de hasta el 95%. (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria 2009)</p> <p>Factores bióticos (adaptabilidad y virulencia de la plaga) que influyen en los daños y las pérdidas: En campo es posible que árboles que gozan de una buena nutrición pueden enmascarar la enfermedad y por ende no expresar la sintomatología. Al inicio podría manifestarse en frutos</p>	A (3)

<p>pero, cuando estos logren su madurez fisiológica, las manchas amarillas pueden pasar desapercibidas. (Campos-Rojas et al. 2011)</p> <p>Factores abióticos que influyen en los daños y las pérdidas: La virulencia se es menor en altitudes entre 1700 a 2400 msnm y temperaturas entre 18 a 32°C. En los valles de la Sierra ecuatoriana, el aguacate se cultiva desde 1800 a 2500 msnm, una temperatura promedio de 17°C, precipitación anual de 400 a 1000mm y humedad relativa que se encuentra entre 50 al 85%</p> <p>Tasa de dispersión: Desde una perspectiva de valoración puede darse el riesgo de diseminar el patógeno por importación de fruta para consumo (aparentemente sano), cuya semilla posee potencial de germinación y propagación del viroide. La importación de tallos portayemas y plantas para plantar que provengan de sitios en los cuales está presente el viroide aumenta el riesgo de transmitir al patógeno. Los frutos en árboles sintomáticos pueden reducir su peso promedio hasta un 40%. En árboles asintomáticos el rendimiento se puede reducir hasta en un 60% y el peso promedio de frutos se puede ver afectado hasta en un 10%. (Servicio Fitosanitario del Estado 2015)</p> <p>Tasa de reproducción: La replicación y la propagación del viroide son fases básicas para el ciclo infectivo de la plaga. A partir de pequeñas cantidades de inóculo el ASBVd es capaz de invadir tejidos distales de la planta y acumularse en cantidades que permitan su detección. El viroide se puede multiplicar de forma autónoma dentro del hospedero al que ataca. (Falcón 2015)</p> <p>Medidas de control (incluidas las existentes), su eficacia y su costo: No existen variedades resistentes al viroide, aunque árboles infectados no expresan los síntomas de la enfermedad, siendo considerados asintomáticos. No hay un tratamiento curativo por lo que la prevención es el método de control más efectivo en la actualidad. Se debe utilizar plantas sanas y materiales de propagación, certificados y provenientes de viveros registrados y autorizados. Se requiere realizar monitoreo periódicos en lotes de producción, eliminar árboles con los síntomas de la enfermedad y desinfección constante y continua de los materiales utilizados en la poda. (Falcón 2015)</p> <p>Efectos sobre las prácticas de producción vigentes: Para la obtención de portainjertos de aguacate la reproducción se</p>	
---	--

<p>la realiza por vía sexual (semilla). Para plantaciones comerciales no es recomendable debido a la polinización cruzada y tomando en cuenta que el viroide también se transmite por polen. (SENASICA-CNRF 2018) (León F. 1999)</p> <p>El método de propagación por vía asexual a través de injertación es utilizada para multiplicación de patrones clonales y variedades comerciales. Si el material de propagación es importado, este debe ser certificado y provenir de lugares registrados, las prácticas de injertación y poda se deben realizar con mayor cuidado y desinfectantes específicos y a concentraciones definidas. (SENASICA-CNRF 2018) (León F. 1999)</p> <p>Efectos sobre el medio ambiente: La introducción del viroide al país podría causar reducción de la biodiversidad, se afectaría los programas de manejo integrado de plagas, la introducción de una plaga estimularía programas de control que conllevarían el uso de plaguicidas, desinfectantes y otros ingredientes activos para la desinfección de herramientas de poda y eliminación de árboles infectados con el viroide.</p>	
EFFECTOS INDIRECTOS DE LA PLAGA	NIVEL DE RIESGO
<p>Efectos sobre los mercados internos y de exportación, en particular los efectos sobre el acceso a los mercados de exportación: El Mercado interno podría llegar a presentar una reducción de hasta el 52% en frutos no comerciales debido a las manchas que presentan sobre la superficie, lo que conlleva una merma en los rendimientos para los productores.</p> <p>Mercado de exportación: en variedades como Hass que demanda el mercado internacional el peso puede disminuir en un rango de 16 al 40%. (Falcón 2015)</p> <p>Cambios en el costo para los productores o en la demanda de insumos: La importación de material vegetativo de aguacate conlleva costos de compra en país de origen, flete, nacionalización, transporte, cuarentena posentrada y análisis de laboratorio que pueden encarecer su valor.</p> <p>Cambios en la demanda interna o externa de consumo de un producto como resultado de variaciones en la calidad: Actualmente el país puede exportar la fruta a 42 países del mundo, de los cuales, 8 países presentan dentro de sus requisitos que el fruto esté libre de alguna plaga cuarentenaria (mosca de la fruta, generalmente). Si el viroide llega a introducirse y dispersarse en territorio</p>	<p>A (3)</p>

nacional, se convertiría en una restricción para el ingreso a mercados internacionales y la demanda del producto se reduciría. Adicional se restringiría la apertura de nuevos mercados de exportación. (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario 2020)	
Nivel de Riesgo de este factor	A (3)